



المكتب الوطني للبحث والتطوير

إشكاليات فلسفية في العلم الطبيعي

تحرير: ددلي شابير

ترجمة: نجيب الحصادي





إشكاليات فلسفية في العلم الطبيعي

https://t.me/kotokhatab




إشكاليات فلسفية في العلم الطبيعي

Philosophical Problems of Natural Science

Dudley Shapere
Sources in Philosophy, A Macmillan Series,
The Macmillan Company, London, 1965

تحرير: ددلي شابير
ترجمة: نجيب الحصادي
تحرير ترجمة: محمد عمران أبو ميس

https://t.me/kotokhatab

الطبعة الأولى 2004 ف

رقم الإيداع **2004 / 5917**

دار الكتب الوطنية – بنغازي

جميع الحقوق محفوظة للناشر

المكتب الوطني للبحث والتطوير

ك م 15 طريق طرابلس – قصر بن غشير

ص ب. 80045 طرابلس – ليبيا

هاتف 43 - 022634440

بريد مصور 34 - 022634333

الوكالة الليبية للترقيم الدولي الموحد للكتاب

دار الكتب الوطنية

بنغازي – ليبيا

هاتف 9090509 - 9096379 - 9097074

بريد مصور 9097074

بريد الكتروني net-lib-libya@hotmail.com

ردمك: ISBN 9959-818-38-1

مكتبة يوسف اللوتي

المحتويات

تقديم المترجم..*7*

تقديم المحرر..***14***

الجزء الأول: مقاربات منطقية

مأزق المنظِّر؛ دراسة في منطق تشكيل النظرية ...

كارل همبل **81**

ماهية القانون الطبيعي ... آرتر باب......................**125**

الاحتمال والمنطق الاستقرائي...دولف كارناب..................**145**

مقدمة في البساطة...رتشارد ردنر......................**173**

الجزء الثاني: مقاربات تاريخية

البارادايم ونماذج لإساءة تأويل العلم...تومس كون..........**189**

النظرية الفيزيائية، والرياضيات، والتجربة...بيير دوهيم.....**205**

دور النماذج في النظرية العلمية...ماري هس..............**227**

مُثُل النظام الطبيعي...ستيفن تولمن......................**245**

تقديم المترجم

تثــير الطبــيعة إشــكاليات يفترض أن يمكّن نهجُ العلم الطبيعي من حسم أمرها، بل إن إحراز هدا النشاط لأي قدر من التطور إنما يرتهن باقتداره على إنجار هده المهمه. في المقابل، يثير العلم الطبيعي إشكاليات يعجز بمقتضى امبيريقية نهجه عن حســم أمرها، ليس أقلها إشكالية تبرير رعمه المعرفي بالتمكين من تحقيق تطور مستمر نحو الدراية بنواميس قادرة على تفسير ما يقوم برصده من ظواهر. وفق هذه الصياغة، تستبان مباشرة علاقة التآثر القائمة بين العلم الطبيعي وفلسفته. لو لم تكن هناك إشــكاليات يعجــز نهج العلم الطبيعي عن حسمها، على تعلقها باقــتدار نهجه على التبليغ إلى ما يستهدف من غايات، لما كانت هناك حاجة لفلسفة تعنى بهدا الضرب من الأنشطة البشرية، ما يعنـــي أن قــيامها رهــن بعجزه؛ ولو لم نكن هناك فلسفة للعلم الطبيعـــي نعــنى بتقويم قدرات نهج العلم الطبيعى المعرفية، لما أفــاد القــائمون عليه من الرؤى الفلسفية التي أسهمت في تحديد معالمه وتسويغ أصوله، ما يعني أن شرعيته رهن بقيامها.

لم يعد التوكيد على أهمية العلم الطبيعي، وقد ابلج فجر الالفــية الثالــثة، فى عوز إلى فضل بيان. الواقع أن خطر هذا النشاط قد استبين مند أزمان أقدم عهدا، وإن لم يُرنأى فيه سبيلا أوحـــد للخلاص مما تلقاه البشرية من عنت إلا في مطلع القرن العشرين. آنذاك طفق أعضاء حلقة فينا يوظفون تقنيات المنطق الرمري في البرهنة على قدرات العلم وفي تحليل طبائع نهجه، فـــي حيـــن اكتشـــفوا أن تعدبـــلا طفـــيفا فى حبثيات الموروث الامبيريقي يكفي لحعله نكأة تخلصهم مرة وإلى الأبد من محتلف الخطابـــات اللاعلمـــية، بدءا من الخطاب العيبى نصربيه الديني والميتافيزيقـــي، وانـــتهاء بالخطـــاب القيمـــي بنوعيه الأخلاقي والاســـتاطيقى. هكدا أصحى احتياز القضية على معنى، عوضا عں احتيازها على قيم صدق، وقفا على إمكان التحقق امبيريقيا مـــن مطابقـــتها للخـــبرات الحسية التي تشير إليها. ولأن العلم الطبيعي هو النشاط الوحيد الذي يعنى، بطريقة منهجية منظمة، بأمـــر التحقق من مطابقة أحكامه لمثل تلك الخبرات، فإنه يمثل أعلـــى مراتـــب العقلانـــية ولا سبيل دونه أو بعده للدراية بعالم الخـــبرة، العـــالم الوحيد الذي يكتسب الحديث عنه أية شرعية.

هكــذا أقــر مورتــس شلك، ومن بعده ردولف كارناب وكارل همبل، أن الخطاب اللاعلمي ليس جملة من الأحكام يعجز البشر بمقتضى قصور قدراتهم عن الدراية بصدقها، بل تعاليم ليس ثمة سبيل أصلا لفهمها، ما يعني أن الخوض في أمرها سلوك عبثي لا طائل من ورائه.

بيد أن الإمعــان فــي تبجيل النشاط العلمي، بطرحه مخلصــا أوحــد، إنما يتطلب تشكيل تصورات لا تعوزها الدقة تعــنى بتحديد سبله في التحقق من أحكامه وتبيان المقاصد التي يبتغــي التبليغ إليها، بطريقة تمكن من الدفاع عن شرعيته ضد شكوك المرتابين. فضلا عن ذلك، ثمة حاجة إلى تحليل مختلف العملــيات الابستمولوجية التي تنطوي عليها ممارسة العلم، من قبــيل طــرح الفروض واختبارها وتعديل النظريات حال توفر حــالات مــناوئة والمقارنة بين مختلف الفروض المعنية بذات الطائفــة من الظواهر، وذلك بغية توضيح الأدوار التي تقوم بها في مقاربة فهم العالم من جهة، وتبرير اقتدار ما يقدر منها على تبلــيغ مقاصد العلم وتفسير علة عجز ما يخفق منها من أخرى. هكذا شرع أتباع الامبيريقية المنطقية (النزعة التي تشكلت منذ

مطلع الثلث الثاني من القرن الفائت استجابة لصعوبات واجهت حلقـــة فينا الأكثر تشددا) في التعامل مع التفاصيل، عوضا عن الاقتصـــار علـــى إطـــلاق أحكام عامة تشيد بالعلم وتعظ بتبني نهجـــه. الجـــزء الأول من هذا الكتاب يعرض خصوصا لبعض هـــذه التفاصيل، فهو يعنى بطرح إشكاليات فلسفية يثيرها العلم الطبيعـــي ويبيـــن علـــى وجه الضبط طريقة أولئك الأشياع في تـــداولها، كما يقوم بتوضيح معايير الحلول التي يرتضونها لهذا القبـــيل من الإشكاليات. وكما تبين المختارات التي يشتمل عليها هـــذا الجزء، ثمة استعداد مسبق ومستمر لتعديل وجهات النظر، طالمـــا لم يطل التعديل أصول تلك النزعة، ما يفسر الكم الهائل من الأدبيات الفلسفية التي أسفر عنها هذا المشروع.

بـــودي أن أؤكـــد قليلا على أمر التفاصيل. لقد تعرف الفكـــر العربـــي علـــى الـــنزعة الوضعية منذ منتصف القرن العشـــرين، ووجد فيها بعض المتفكرين سبيلا ملائمة لتكريس أهمـــية النشـــاط العلمي نسبة إلى مجتمع ما فتئ يتجرع مرارة الـــتخلف وتعصف بداره صراعات لم يكن ثمة سبيل لدفعها. بيد أن أولئك المتفكرين لم يعنوا كثيرا بالتفاصيل، بل لعل أكثرهم لم

يعن بها إطلاقا، بل اكتفى بالوعظ الذي يستشهد بما آل إليه العلم مـــن نـــتائج تقنية، غاضا الطرف كلية عن توضيح الآلية التى مكنت أصلا من امتلاك بعض الأمم ناصية الحضارة عبر تبني نهـــج العلم سبيلا في حل الكثير من إشكالياتها. آية ذلك أنك لا تكـــاد تجـــد كتابا عربيا يفصّل في مفاهيم العلم، من قبيل مفهوم التدلـــيل والقانون الطبيعي والخصائص النزوعية والتنبؤ بنوعيه الـــبعدي والقبلـــي والتفسير بضربيه الناموسي والإحصائي، أو يعـــنى بقضـــايا تخصصية من قبيل بنية النظرية العلمية، ومدى تضـــمن الممارســـات العلمـــيه الواجب القيام بها لأحكام قيمية، وآدهوكـــية التعديلات الفرضية، والعلاقة بين الحدود الملاحظية والحـــدود النظرية، بطريقة تبين على وجه الضبط كيف يوظف المنطق الرمزى في تحليل تلك المفاهيم وفى عرض وحسم أمر تلـــك المســـائل، وكيف يتم نقد التصورات المطروحة ويحاول أربابها الدفاع عنها.

أقول هذا وأنا أعلم أن عهد الامبيريقية قد أزف ترحله. ثمة فلسفة جديدة للعلم* بدأت تتشكل منذ مطلع الثلث الثاني من القرن الفائت، ما لبثت أن قدرت لها السطوة في نهايته. الواقع أن الجزء الثاني من هذا الكتاب إنما يتضمن مختارات من أعمال أسهمت في التبشير بهذه الفلسفة الجديدة. بيد أنه لا سبيل لفهم هذا المنظور الحديد وللاقتدار على تقويم تعاليمه إلا عقب التعرف على النزعة التي رام تقويضها واستهدف أن يحل بديلا عنها. هذا على وجه الضبط هو الدافع الأساسي الذي جعلني أعنى بترجمة هذا الكتاب، رغم مرور ما يقرب من ثلاثة عقود ونصف على صدوره.

لا غناء في الرهان على أن العلم معلمة قارة من معالم حضارة هذا العصر، بيد أن توظيفه في تحقيق أية مقاصد، واتخاذنا منه موقفا مذهبيا يشكل مرجعية للبت في أمر العديد من المسائل، لا يتطلب فحسب الدراية بأحدث ما آلت إليه نظرياته،

* قمت بترجمة كتاب يعنى بطرح أصول هذه الفلسفة تحت عنوان "الإدراك، النظرية والالتزام" (قيد الطبع، جامعة درنة) وآخر يشتمل على جدل بين توماس كون، أبرز أتباع تلك الفلسفة، وكارل بوبر، ستيفن تولمن، وامري لاكاتوش، فضلا عن آخرين، تحت عنوان "النقد ونمو المعرفة" (قيد الطبع، جامعة درنة)

والإفادة مما أسفرت عنه عمليات توظيف التقنية لها. ثمة حاجة للدرايـــة بكنه العلم، وبالآلية التي يعمل بمقتضاها، بالافتراضات التـــي يصادر عليها دون برهنة، بمدى شرعية سبله في تحقيق مقاصده، من وجهة نظر ابستمولوجية وأخلاقية على حد السواء، فضــــلا عن علاقته بسائر الأنشطة البشرية التي تحظى بتبجيلنا. ذاك وحده قمين بجعلنا نفكر على طريقة ممارسي العلم، ونسهم فـــي تشـــكيل مســـار تطوره، ونقتدر على تبرير لهجتنا بتوكيد ضــــرورته، عوضـــا عن اتخاذ موقف سلبي يقتصر في أفضل الأحوال على إعجاب لا يقضي بأحدث ما خلص إليه العلم من اكتشافات وآخر ما طرأ على صنيعته التقنية من تطورات .

تقديم المحرر

1.فلسفة العلم في القرن العشرين

تـــم التوليف بين لفظتي "فلسفة" و"علم"، في تعبيرات من قبيل "الفلسفة العلمية" أو "فلسفة العلم"، بغية وصف أنواع متنوعة وعديـــدة مـــن البحـــث. هكذا ارتبطت الفلسفة بالعلم عند بعض

المتفكريـــن فـــي محاوله لاستخلاص مترتبات" (أو "تطبيقات") الحقيقة العلمية أو النهج العلمى نسبة إلى بعض مجالات النشاط البشـــري المغايرة، كالأخلاق والسياسة والدين، أو نسبه إلى كل مجـــالات البحث. في المقابل، شعر بعض آخر، بعد أن جادلوا (أو افترضـــوا) أن ضـــمان العلم لجدارة مناهجه بالثقة، أو كفله تحقيق غاياته، إنما يتطلب المصادره على افتراضات لا علمية، وأن مهمتهم إنما تكمن في اكتشاف مثل تلك "الأسس" التي يركن إليها العلم والقيام بفحصها من وجهة نظر نقدية.

بيد أن التيار الأساسي من الأعمال الذي يوصف في هذا القرن بأنه "فلسفة العلم" قام لأسباب وجيهة بالتخلي عن مثل تلك المهـــام أو بتأجيلها على أقل تقدير. بيد أن هذا التخلي لا يعزى إلى أن الذين أقحموا أنفسهم في نوع المشاريع التي سلف التلميح إليها قد أساءوا فهم **حقائق** العلم (رغم أنهم غالبا ما أخطأوا فى هكـــذا خصوص)، بقدر ما يعزى إلى إخفاقهم إلى حد كبير في فهـــم ماهـــية العلم - كونهم قد بدأوا بأفكار تعوزها الدقه، أو لم يُحسن تحديدها، عن العلم وعما يقوم به (كالفكرة القائلة بأن العلم يقـــوم بمعـــنى ما "بتشكيل النظريات" وفق "شواهد" بغية طرح

"تفسير" "للحقائق")، وهي تأويلات بثبت الفحص الدقيق، حتى حال دعمها بالحجج، أنها ليست دقيقة، مشوشة، مضللة، أو لا تلائم روح العلم. وبطبيعة الحال، قبل أن نقر على سبيل المثال وجوب تطبيق "المنهج العلمي" على المسائل السياسية أو الأخلاقية، أواستحالة تحقيق العلم أهدافه إلا عبر مصادرته على افتراضات "ميتافيزيقية" بعينها لا سبيل لتسويغها، يتعين علينا أن نوضح لأنفسنا قدر الإمكان معنى ما نقوم بإقراره.ويتوجب علينا أن نفهم ما وسعتنا السبل دلالات الألفاظ التي نقوم باستخدامها، في الخطاب الفلسفي والخطاب العلمي على حد السواء (عنيت ألفاظا من قبيل "نظرية"، "شاهد" "تفسير" و"حقيقة")، إبان محاولتنا تحديد أهداف العلم ومناهجه وبنيته؛ أيضا يتعين أن نكون واضحين قدر الإمكان بخصوص السبل التي تتعلق وفقها الشواهد والنظرية، وعناصر أخرى في العلم، بعضها ببعضها الآخر.

يشكل مثل هذا الضرب من الإشكاليات، إشكاليات معاني الألفاظ والعلاقات القائمة بين عناصر العلم، الشاغل الأساسي الذي احتاز على اهتمام فلاسفة القرن العشرين. وبالطبع، ثمة

احتلافات بيّنة بخصوص سبل مقاربتهم تلك الإشكاليات وتناولها، رغم أنهم ينحون صوب الاتفاق على وجهات نظر بعينها بخصوص معايير التناول الجيد.إن الهدف من هذه المجموعة من الدراسات، التي نقدم لها في هذا المقام، هو التمكين من فهم بعض من تلك النزوعات المشتركة، وذلك بتوضيح الملامح التالية التي تتسم بها فلسفة العلم في هذا القرن: (1) بعض السبل الخاصة التي نزع فلاسفة العلم نحو صياغة إشكالياتهم عبرها، أي نوع الصياغات التي اعتبروها دقيقة إلى حد يمكن من إجراء أبحاث مهمة؛ (2) نوع الأساليب التي استخدموها في محاولة تناول تلك الإشكاليات؛ و(3) نوع الأجوبة التي كانوا يميلون إلى طرحها. وبطبيعة الحال، غالبا ما كانت تلك الأجوبة تتعرض للنقد، ما أدى بدوره إلى تطور الرؤى المنتقدة. إبان عملية التطور تلك، تمت الاسترابة حتى في مفاهيم الإشكاليات المركزية وأساليب تناولها، وهي مفاهيم تبوأت مركز الصدارة في العقود الثلاثة أو الأربعة الأخيرة، بحيث تمت الاستعاضة عنها بمفاهيم جديدة.

سوف تسبان كل هده المسائل، فيما آمل، في الدراسات المخـتارة التالية. ولكي نعين القارئ على تأويل هذه المختارات والــربط بينها، سوف نعرض نقاسا مرجعيا يبدأ بإحدى المشاكل الحاســمة فــي فلسفه العلم المعاصره، ما يسمى "بإشكالية معنى الحــدود الــنظرية". التطور الذي طرأ على حلول هذه المسألة والمســائل المتعلقة يوضح تماما نوع المناهج التى تبناها فلاسفة العلم في هذا القرن في صياغة إشكالياتهم وتناولها.

2.إشكالية الحدود النظرية

يتوجــب ألا نفــترض جهــل الفلاســفة الأقدمين التام بإشــكاليات فلســفة العلــم في القرن العشرين. هكدا على سبيل المثال تجد إشكالية معنى الحدود النظرية، التي نعنى بها في هدا المقــام، أصــولها في أعمال ديفيد هيوم (1711_1776).ففي الصفحات التي يستهل بها كتابه "**أطروحة في الطبيعة البشرية**" (Treatise of Human Nature)، يمــيز هــيوم بيــن "الأفكــار" و"الانطــباعات" مُقرا، على نحو مبتسر كما سوف نلحظ، أنه "لا حاجــة ملحّــة تستوجب توضيح هدا التمييز". إنه يقسم كلا من هاتيــن الفئتين إلى "بسيط" و"مركب": "الإدراكات أو الانطباعات

البســيطة والأفكــار البســيطة التي لا تقبل التمييز أو العزل، وتقابلهــا الإدراكــات والأفكــار المركبة التي يمكن التمييز بين أجزائها. رغم أن ثمة لونا ومذاقا ورائحة بعينها تشكل خصائص ترتــبط مجــتمعة في هذه التفاحة، يسهل إدراك أنها خصائص متغايرة، بحيث يمكن تمييز واحدنها عن سائرها." وبعد أن يعقد هــيوم هذيــن الزوجيــن من التمييزات، يجادل بأن كل الأفكار البسيطة مشتقة بداية من انطباعات بسيطة تناظرها وتمثلها على نحــو دقيق، بمعنى أنه يتعين أن تشكل الانطباعات (الخبرة) في نهاية المطاف مأتى كل أفكارنا، إما بشكل مباشر (كما في حال الأفكار البسيطة) أو غير مباشر (كما في حال الأفكار المركبة). علــى ذلــك، ليس بالمقدور تشكيل فكرة، مهما كانت وهمية أو خيالــية، لا ســبيل لاقتفاء أثرها في الخبرة. وفي سياق عرضه محاجــة تدعــم هذا الزعم، يلحظ هيوم أنه "أنى ما نصادف أن حيل دون ممارسة القدرات، المثيرة للانطباعات، لعملياتها، كما يحــدث حيــن يولد المرء أعمى أو أصم، لا تغيب الانطباعات فحســب، بل تفتقد أيضا الأفكار التي تناظرها، بحيث لا يستبان في العقل أي من آثارها".

ثمة اتفاق عام على أن هيوم أفحم فى محاجته، الخاصة بأصول أفكارنا، اعتبارات سيكولوجبة لا تتعلق بها، وأن موضع أهمية نقاشه إنما يكمن في الرؤية التي تقر وجوب أن يكون في المستطاع أن نعرّف على نحو تام كل الحدود التي تحتاز على معنى، عبر فئة من الحدود الأولية التى تشير إلى عناصر خبراتية بسيطة، ما يسميه فلاسفه القرن العشرين عادة "بالمعطيات الحسية". وفق هذا التعديل، يمكن الحكم بأن محاولة هيوم تأصيل الاحتياز على معنى في الخبرة قد استشرفت بعض الحلول المعاصرة لمسألة أصبحت تعرف، في الصياغة الخاصة التي تتخذها في فلسفة العلم، بإشكالية معنى الحدود النظرية.

تثار هذه الإشكالية في فلسفة العلم على النحو التالي. ثمة حدود ترد فى النظريات العلمية يبدو أنها تشير إلى نوع من الكينونات أو العمليات أو السلوكيات التي لا يمكن ملاحظتها بشكل مباشر. الأمثلة الكلاسيكية على هذه الحدود هى "القوة"، "المجال"، "الذرة"، "المورّثة"، "اللاوعى"، و"الدافع". وعادة ما تصنف الحدود التي تكون من قبيل "مغناطيسي"، "قابل للذوبان"، "مرن"، "فصامي"، و"ذكي" بوصفها غير قابلة للملاحظة، لأنها

تشــير فــيما يبدو إلى "ميول" أو "قدرات" أو "نزوعات" تحتاز علــيها الكيــونات المعنيه، عوضا عن أن تشير إلى سلوكيات تتجســد بشــكل علنــي. هكــذا يشــار إلــى كل هذه الحدود اللاملاحظــية، بطــريقة أكثر إيجابية، بعبارة "الحدود النظرية". ثمة موروث فلسفي طويل العهد يرتاب في الكينونات التي يُزعم قــيام تلك الحدود بالإشارة إليها؛ ذلك أنه يفترض أن العلم معنى فحســب بمــا يمكن ملاحظته، لا بأية كينونات "ميتافيزيقية" قد توجــد أو لا توجــد خلــف نطــاق المشهد الخبراتي ولا يمكن ملاحظــتها بــأي حال. فضلا عن ذلك، وكما يوضح هيوم، لا ســبيل لأن تحتاز مثل هذه الحدود على معنى يتجاوز ما يمكن التعبير عنه بحدود خبراتية. من هنا أقر عدد كبير من الفلاسفة الذين أقنعتهم هذه المحاجة أن مثل هذه الحدود، خلافا لما يبدو، لا تشــير حقيقة إلى كينونات غير ملاحظة، بل قابلة لأن تعرَّف كلــية عــبر حــدود خبراتية. وعلى هذا فكل ما يمكن أن يقال عــبرها يمكــن أن يقال بذات الدقة دون استخدامها؛ إنها حدود يمكــن الاستغناء عنها، ما يعني وجوب أن تقوم بوظيفة عملية صــرفة فــي العلم، وظيفة من قبيل الاختزال الملائم لما يطول

ويـــتعقد التعبير عنه بلغة ملاحظيه خالصه. بسمى برتراند رسل الكيـــبونات الـــنظرية "المكونات المنطقية"، ومشروعه في فلسفة العلـــم إنمـــا يتعيـــن في تبيان أن الحدود النظرية لا ترمز إلى كيـــنونات أو قدرات تتجاوز الخبرة، ولا تعدو أن تكون مفاهيم مشـــكّلة، عـــبر أدوات المـــنطق الرمزي، من عناصر خبراتية محضـــة ("المعطـــيات الحســـية"). وكما يوصي رسل، "أنى ما أمكـــن، يتوجـــب عليـــنا أن نستعيض بالمكونات المنطقية عن الكيبونات المشتقة"[1].

هده رؤية غابة في الفتنة، فهي تبدد كثيرا من الغموض الـــدي يكتنف العلاقة بين "النظرية" و"الحقيقة" في العلم. ذلك أن الـــنظريات تعد وفق هذا التأويل مجرد تلخيصات مختزلة لجمل تشـــير فحسب إلى ملاحظات فعلية أو ممكنة ("فعلية" أو "ممكنة" علـــى حد السواء، لأن الحوادث المشار إليها قد لا تكون واقعية في الزمن الراهن، فقد يتم التنبؤ بها، بل إن التنبؤ قد يكون غير صـــحيح؛ مـــثل هـــذه الحوادث ليست ملاحظة، رغم أنها قابلة للملاحظة).

---

[1] B. Russell, "The Relation of Sense_Data to Physics" in *Mysticism and Logic* (London George Allen & Unwin Ltd, 1951), p 155

يمكن صياغة هده الاعتبارات في مبدأ عام، لكنه دقيق، يــنهض عليه نقاشنا التالي. دعونا نفترض أنه بالمقدور تصنيف مفــردات الــنظرية العلمية إلى فئتين منفصلتين تماما: (1) فئة تتكون من حدود ملاحظية، (2) وأخرى تتكون من سائر حدود النظرية ــ سوف نسمي عناصر هذه الفئة الأخيره الحدود "غير الملاحظية" أو الحدود "النظرية" (وفي وقت لاحق، سوف نشكك في إمكان عقد تمييز حاسم بين تيلك الفئتين). يمكن إيجاز وجهة النظر التي سلف نقاشها على النحو التالي:

المــبدأ الأول: بــالمقدور، نســبة إلــى كل تعبير ينتمي إلى المفــردات الــنظرية أو اللا ملاحظية النظرية العلمية، أن يستعاض عنه، دون كســب أو خسارة في المعنى، بفئة من الحدود المنتمية فحسب إلى المفردات الملاحظية (بل إن احتياز التعبير النظري على معنى إنما يرتهن بإمكان القيام بمثل هذه الاستعاضة).

لاحظ، وفق هده الصياغة للمبدأ الأول، أنه لا يقول شيئا عــن خصائص الحدود الواردة في المفردات الملاحظية. تشير تلك الحدود، وفق رؤية أنصار هيوم في مطلع القرن العشرين، إلى معطيات حسية، ولكن بسبب الصعوبات الكأداء التي يواجهها مفهــوم المعطــيات الحسية، يتخلى ذلك المبدأ عن الحديث عنها

بحيث يتسق مع مذاهب مختلفة فى الألفاظ التى يتوجب اعتبارها "ملاحظية". لقد اتضح، فضلا عن مآخذ أخرى، أن تحديد معيار كـون الحـد حـدا معطى_حسيا، وضرب أمثلة على مثل هذه الحـدود، أمـران غايـة فـى الصـعوبة، ولـذا فإن الرؤيه المعطى_حسية لم ترق إلا لعدد قليل من الفلاسفة في العقدين أو ثلاثـة العقود الأخيرة. ثمة رؤية أكثر شيوعا بخصوص طبيعة المفـردات الملاحظـيه، وباختيار إحداها والتفصيل في أمرها، سـوف تتضح بعض الاعتراضات التي وجهت بوجه عام ضد مختلف صياغات المبدأ الأول.

3- النزعة الإجرائية بوصفها صياغة للمبدأ الأول

الـرؤية التي سوف نناقشها هي النزعة الإجرائية، التي طـرحها أول مـن طرحها ب.دبليو. بردجمان في كتابه "منطق الفـيزياء الحديـثة" (The Logic of Modern Physics, 1927). يتساءل بردجمان عما نعنيه بطول الجسم، ولا يلبث أن يقر أنه "بيّن أننا نعـرف ما نعنيه بالطول إذا كان بمقدورنا تحديد طول أي وكل جسـم؛ لا شيء أكثر من هذا يُطلب من عالم الفيزياء. ولايجاد طول الجسم، يتوجب علينا القيام بعمليات مادية بعينها. هكذا يتم

تثبيت مفهوم الطول بتثبيت الإجراءات التي يقاس بها الطول، أي أن مفهوم الطول يشتمل على مجموعة العمليات التي يحدد عبرها الطول، ولا يشتمل على شيء آخر سواها. وبوجه عام، لا نعني بالمفهوم أكثر من مجموعة من الإجراءات، **فالمفهوم يترادف مع فئة الإجراءات المناظرة**. إذا كان المفهوم ماديا، مثل الطول، تكون الإجراءات مادية فعلية وإذا كان ذهنيا، مثال المتصلة الرياضية، تكون الإجراءات ذهنية، عنيت الإجراءات التي نحدد عبرها ما إذا كان جمع من المقادير يعد متصلا"[2]. على هذا النحو، تقر صياغة بردجمان للمبدأ الأول أنه **يتعين على كل حد علمي يحتاز على معنى إما أن يكون قابلا لأن يعرف كلية عبر فئة من الإجراءات الممكنة المحددة والمتميزة، أو أن يكون نفسه حدا يشير إلى مثل هذه الإجراءات.**

ثمة صعوبات حاسمة تواجه هذه الرؤية. بداية، ما المقصود بالإجراء؟ سوف نفكر لأول وهلة في مداولة الأجهزة؛ لكن هذا، كما يشير النص المقتبس من بردجمان، لا يكفي لتفسير احتياز كل المفاهيم العلمية على معنى، الأمر الذي أرغم

---

[2] P W Bridgman, *The Logic of Modern Physics* (N Y , The Macmillan Co , 1946), p 5

الإجرائيين على قبول عدد متنوع من الإجراءات التى لا تركن إلى أية أجهزة. ولكن يلحظ همبل بخصوص مثل هذه الإجراءات الأخيرة، "في أدبيات النزعة الإجرائية، تم تحديد خصائص هذه الإجراءات الرمزية بطريقة بلغت حدا من الغموض جعلها تسمح عمليا، عبر اختيار مناسب للإجراءات "اللفظية" أو "الذهنية"، بطرح كل الأفكار التي تعيّن على التحليل الإجرائى حظرها بوصفها خلوا من المعنى"[3].

من منحى آخر، حتى لو تسنى لنا توضيح مفهوم الإجراء، لنا أن نتساءل عن المقصود بالإجراء "الممكن"، فى مقابل الإجراء "المستحيل"؟ ثمة ثلاثه تأويلات تطرح نفسها: (1) الإجراء المقترح قد يكون **ممكنا تقنيا**، بمعنى أنه ممكن وفق النظرية الراهنة، دون أن تكون هناك سبل معروفة لتنفيذه. غير أنه من البين أن هذا التأويل لا يتسق مع ما يريد أشياع النزعة الإجرائيه إقراره؛ إننا لا نرغب في القول إن التعبير "التقاط صور فوتوغرافية للوجه الآخر من القمر" لم يحصل على معنى إلى أن تم حل الإشكاليه التقنية المتعلقة بإرسال مركبة فضائية

[3] C G Hempel, "A Logical Appraisal of Operationism", In P Frank (ed), *The Validation of Scientific Theories* (Boston The Beacon Press, 1956), p 57

تحمـــل آلة تصوير إلى القمر. (2) قد يكون المعنى المتعلق إذن هـــو الإمكان أو الاستحالة الـــنظرية؛ إمكان أو استحالة الإجراء وقف على ما إذا كانت النظرية العلمية الراهنة تسمح به (بشكل مســـتقل عـــن "الإشكالية التقنية البحته" المتعلقة بإمكان تنفيذه). هكذا يعد السفر إلى النجوم البعيدة (حتى الآن) أمرا غير ممكن تقنـــيا، رغم أن إمكانه ليس مستبعدا من منظور قوانين الفيزياء المعروفة لدينا في الوقت الراهن، ما يعني أن السفر عبر النجوم "ممكـــن نظريا". ولكن إذا كان هذا المعنى من لفظه "ممكن" هو المـــراد في سياق النزعة الإجرائية، سوف يُحدّ كثيرا من قدرة العلـــم علـــى التطور وفق المعايير الإجرائية؛ ذلك أن التأملات المفصـــح عـــنها عبر "إجراءات" لا تسمح بها النظرية الراهنة سوف تكون محظوره لا بوصفها باطله، بل بوصفها هراء. ولا ريـــب أن قطاعـــا كبـــيرا من التطور العلمي قد تعين في طرح مفاهـــيم جديده لم تكن تحتاز على معنى وفق النظريات الأسبق عهـــدا. لا ســـبيل لتجنـــب هذا الاعتراض بالركون إلى قوانين الطبيعة (سواء أكانت معروفة أم مجهولة)، عوضا عن القوانين التـــي يعرفها العلم الراهن، لتحديد الممكن وغير الممكن؛ فعلى

اعتــبار أنــنا لا نستطيع أن نعرف إطلاقا ما إذا كانت قوانيننا الراهنة تشكل النواميس الصحيحة التي تحكم الطبيعة، لن يتسنى لنا أن نعرف، بخصوص أي إجراء مقترح لم يتم بعد تنفيذه، ما إذا كــان ممكنا بهذا المعنى، ومن ثم لا سبيل لمعرفة ما إذا كنا نطلــق أحكاما يعوزها المعنى. (3) من جهة أخيره، لن نستطيع تأويل لفظة "ممكن" بالركون إلى "ما ليس متناقضا منطقيا"، لان الــناتج المتاح سوف يكون أوسع مما يجب. فعلى سبيل المثال، الجملــة "الأرض ســاكنة فــي فضاء مطلق"، التي تشتمل على التعبير "فضاء مطلق" المفترض حظره من قبل الإجرائيين، تعد متسقــة تماما من وجهة نظر منطقية. أما التعبير "فضاء مطلق" نفسه، رغم أنه قد يعاني من خلل معابر، لا يبدو على أقل تقدير مــنطويا علــى تــناقض ذاتي. من البيّن أن ما تحتاجه النزعة الإجرائــية هو معنى "للممكن" يتوسط بين "الممكن وفق القوانين المعــروفة فــي الوقــت الراهن" (الذي يستثني أكثر مما يجب) و"الممكــن" بمعــنى "الخالي من التناقض المنطقي" (الذي يسمح

بأكثر مما يجب). وبطبيعة الحال، يتعين الإشكالية في تحديد هذا المعنى المتوسط بشكل واضح ودقيق[4].

على ذلك، فإن أهم ما يشغلنا الآن هو مسألة ما إذا كان يمكـن للمفاهـيم العلمـية بوجه عام أن تعرَّف **كلية** عبر حدود إجرائية، ولذا لنا أن نفترض جدلا أن الاعتراضات سالفة الذكر، المتعلقة بصعوبة فهم ما تقره النزعة الإجرائية، قد تم الرد عليه. لاحظ أن مسألة ما إذا كانت كل المفاهيم العلمية قابلة لأن تعرّف كلية عبر حدود إجرائية مجرد حالة خاصة لإشكالية عامة تتعلق بالمـبدأ الأول، عينـت ما إذا كانت كل حدود النظرية النظرية العلمـية قابلة لأن تعرف كلية عبر مفردات ملاحظية، بصرف النظر عن طريقنا في فهمها. المبحث الأول الذي تشتمل عليها هـذه المخـتارات، دراسة كارل همبل "مأزق المنظِّر"، يناقش القضـايا المتعلقة بهذه المسألة، حيث يقوم بطرح وتقويم العديد مـن البراهين الأساسية التي طرحت للدفاع أو الهجوم على ذلك المـبدأ بطريقة لا تربهن، على حد قول همبل، "بالموضع الذي

[4] ثمة صعوبات مماثلة بستار بخصوص "نظرية التحقق في المعنى"، التي تقر وجـوب أن تحـدّد معنى الجملة (عوضا عن معنى الحد، كما في النزعة الإجرائية) عبر مجموعة من سبل التحقق الممكنة

يــتم فــيه علـــى وجه الضبط رسم الحدود الفاصله بين الحدود الملاحظية والمفردات النظرية".

4.المنطق بوصفه نموذجا وأداة في فلسفة العلم

قــبل أن نقــوم بفحـــص الرؤى والمشاكل التي يناقشها همبل، دعونا نلحظ بعض الملامح العامة التي تتسم بها طريقته، وطـــريقة من يناقش نهجهم، في حل مشاكلهم، عنبت مفاهيمهم ومهـــامهم والأساليب التي يرون وجوب استخدامها في أداء تلك المهـــام. تتسم أعمالهم، بل ربما معظم الأعمال التي أنجزت في فلسفة العلم في هذا القرن، بأنها تعول كثيرا على تقنيات المنطق الرمـــزي المعاصـــرة. هكـــدا، أنـــى ما وسعت السبل، تصاغ الإشـــكاليات عـــبر ذلك المنطق، بل إن مدى نجاح التحليل في صـــياغتها عـــبره يعد معيار نجاحه في أداء مهمنه. إن ردولف كاربـــاب، الذي تشكل أعماله مأتى كثير من النقاشات المعاصرة لإشـــكالية الحـــدود الـــنظرية (فضلا عن العديد من الإشكاليات الأخـــرى في فلسفة العلم)، يصف موضوعه بأنه "منطق العلم"، بـــل إنـــه يـــزعم أن الفلسفة بأسرها منطق للعلم، أو يتوجب أن يســـتعاض عنها به. ولفهم الفكرة الكامنة خلف هذا التعبير، ثمه

حاجة لفحص التمييز الذي يعقد غالبا فى كتب المنطق التدريسية التمهـيدية بيـن "محـتوى" القضية أو المحاجة و"شكلها"، كون المنطق معني فحسب بالأشكال أو الصور. هكذا نجد أن المنطق لا يهتم بقيم صدق الجملة "كل يوناني إنسان" أو "كل إنسان فان"، أو حـتى بحقـيقه كـون هاتين القضيتين تستلزمان النتيجة "كل يونانـي فـان". بدلا عن ذلك، نراه يعنى **بالشكل** العام للقضية (كل A هو B) والمحاجة (كل A هو B، وكل B هو C"، ولذا فإن كـل A هو C)، التي تعد مثل تلك القضايا المحددة مجرد حالات عينية لها. يتعامل المنطق المعاصر مع هذه الأشكال التي تتخذها الجمـل والمحاجـات ، ومع أشكال أكثر تركيبا منها، باستخدام حـدود رمزية، كما يقوم بدراسة الخصائص العامة التي تختص بها (فضلا عن دراسة المفاهيم التى تستخدم فى الحديث عن مثل هذه الجمل والمحاجات، مثل مفهومي "الصدق" و"الإثبات").

وعلى نحو مشابه، يعتبر "منطق العلم" موضوعا متعلقا لا بقيم صدق قضايا العلم العينيه ("محتوى" العلم) ــ فهذه مهمة العـالِم ــ بـل بالأنماط العامة أو شكول التعبيرات التي يتعامل معهـا العلـم، وبالقواعد العامة التى نستخلص وفقها النتائج فى

العلـــم بشكل صحيح، وبالمفاهيم المستخدمة في نقاش التعبيرات والمحاجــات العلمــية (تعــبرات من قبيل "يحتار على معنى"، "تفســبر"، و"قــانون"). وبخصـــوص أنــواع الحدود التى تمثل "محـــتوى" ذلــك "الشــكل"، فإن منطق العلم معنى بها ما عني بدراســة القواعــد العامــة التي تحكم نوع المحتوى الذي يمكن اســتخدامه (مــثلا، كونه يتعين على الحدود التى تشغل مواضع المحتوى في الأشكال المنطقية الخاصة بالقضايا العلميه أن تشير إلى "إجراءات" أو أن تكون "قابله لأن تعرف إجرائيا"). يلزم عن ذلك أن فلسفه العلم، وفق هذا التصور، محصنه ضد تقلبات العلم ـــ مجـــيء ورحـــيل نظريات بعينها، كون هذه التعبيرات تتعلق بمحـــتوى العلم، في حين أن الفيلسوف معني ببنيته ـــ أي ليس مشغولا بنظريات محددة، بل بمعنى "النظرية" نفسها.

بــيد أن "مــنطق العلــم"، بوصفه موضوعا، لا ينمذَج فحســب علـــى منوال المنطق الرياضي الحديث، بل يقوم أيضا بتوظــيف تقنــيات هذا المنطق الفاعلة في التعامل مع مشاكله. يتضـــح هـــذا التوظيف تماما في براهين كارناب، التى يناقشها همبل، والتى تروم إثبات أن المفاهيم العلمية لا يمكن أن تعرَّف

بوجـــه عـــام علـــى نحـــو تام، ما يحتم الاستعاضة عنها بجمل ملاحظـــية (من قبيل التعريفات الإجرائيه). لهذا السبب، فإن فهم تلـــك البراهيـــن يستدعي فهم بعض المفاهيم والتقنيات المنطقية الأكثر بساطة.

يســـتخدم المناطقه الحروف "p" و"q" (وحروف أخرى، حســـب الحاجة) لتمثيل القضايا أو الجمل التي تكون صادقة أو باطلـــة، بـــدلا مـــن كتابتها كاملة. من شأن هذا أن يوفر بعض الورق، كما أنه يلفت الانتباه، عبر طمس المحتوى، صوب شكل أو بنـــيه الـــبرهان. يـــتم الربط بين هذه الحروف عبر مختلف الـــرموز، التي تسمى "روابط"، بغيه تشكيل قضايا أكثر تركيبا. بالنسبة لمقصدنا، الرابط المنطقي الأكثر أهمية هو " → "، **الذي يعرفه** المناطقه بحيث تبطل الجمله "p → q" في كل حالة تصدق " p" وتبطل "q" (بصرف النظر عن القضايا التي تمثلها "p" و"q"). بهذا المعنى، يناظر "p → q" التعبير "إذا..فـــ.."، الذي يوظف في اللغـــة الإنجليزيه العادية بوصفه رابطا. ذلك أن الجملة "إذا نجح جوبر، سعدت ماري" على سبيل المثال، تبطل حال صدق "نجح جوبر" وبطلان "سعدت ماري". وفق هذا التناظر، يمكن أن نقرأ

"p → q" هكــذا : "إذا p، فـــــ q". في سائر الحالات (صدق "p" وصــــدق "q"؛ بطـــلان "p" وصدق "q"؛ بطلان "p" وبطلان "q")، تكون القضيه "p → q" صادقه.

لاحـــظ أن صدق أو بطلان القضية "p → q" محدد كلية بصـــرف النظر عن أي من الإمكانات المتعلقة بـــقيم صدق "p" و"q" تم تحققه بالفعل. هذه خاصية تشكل قاسما مشتركا بين كل الـــروابط المستخدمة في المنطق الرياضي الحديث؛ فهي عندما تقـــوم بالربط بين قضيتين لتشكيل قضية أكثر تركيبا، تكون قيم صدق المركب الناتج محدده في كل الحالات الممكنة بقيم صدق الأجـــزاء المكوّنـــة. (توصف هذه الروابط بأنها "دال_صدقيه"، وأحيانا تستخدم كلمة "امتدادية" للإشارة إلى تلك الخاصية). وفق هـــذا المعنى، يستقل المنطق عما يحدث بالفعل تماما كما يستقل عن معاني الجمل التي تمثلها "p" و"q". اكتشاف ما يحدث بالفعل مهمة الملاحظه، مهمة العلم على وجه الخصوص.

غير أن هذه الخاصيه "الدال_صدقية" ليست مشتركه بين كـــل الـــروابط المستخدمة في الإنجليزية العاديه؛ ويعتبرمفهوم الارتباط السببي، المعبر عنه بكلمة "بسبب" أو "لأن"، مثالا على

ذلك. حتى لو عرفنا صدق الجملتين "مات جونز" و"أصيب جونز بالسرطان"، نظل قيم صدق الجملة "مات جونز لأنه أصيب بالسرطان" غير محددة (فقد يكون إطلاق الرصاص عليه علة موته). غالبا ما يستخدم التعبير "إذا..فـ.." في السياقات العادية للتعبير عن علاقة سببية. هذا يعني ببساطة أن هذا التعبير، كما يستخدمه المناطقة، (الرابط " → ")، لا يعبر عن ارتباط سببي. الواقع أن اختيار المناطقة روابط تختص بالخاصية الدال_صدقية سالفة الذكر، هو مأتى نجاحهم في التركيز على ملامح البراهين التي يتوقف صحتها كلية على الشكل أو البنية، عوضا عن محتوى القضايا المعنية.

علـى ذلك، ترتب على تأويلهم للتعبير "إذا..فـ.." نتائج غريبة من وجهة نظر اللغة العادية. فعلى اعتبار بطلان القضية القائلة بأن شيكاغو تقع في ولاية أوهايو، وصدق القضية التي تقر أن أثنين زائد اثنين تساوي أربعة، فإن من شأن التعريف المنطقي لـ " → "، مؤولا على أنه يعني "إذا..فـ.."، أن يجعل القضية "إذا كانت شيكاغو تقع في أوهايو، فإن أثنين زائد اثنين تساوي أربعة" قضية صادقة. وعلى نحو مماثل، سوف تصدق

القضـــيتان، "إذا كانـــت شيكاغو تقع في الينوي، فإن أسين زائد اثنيـــن تساوي أربعة"، و"إذا كانت شيكاغو تقع في أوهايو، فإن أسين زائد اثنين تساوى سنة". قد تجعل مثل هذه النتائج استخدام المنطق للتعبير "إذا ..فـــ.." يبدو اعتباطيا ومنحرفا وغير ملائم بوصفه تحليلا للاستخدام العادي (والعلمي) لذلك التعبير؛ وسوف نـــرى أن بعض النقاد يجد في استخدام هذا التأويل لذلك التعبير مصـــدر كثير من الصعوبات التي واجهت فلسفة العلم الحديثة. غير أنه يتعين علينا أن نتذكر أن هذا التأويل قد ساعد المناطقة فـــي تحقيق نتائج باهرة. هكذا أسهم مفهوم "الاستلزام"، المرتبط بـــ "→" (كما في قولنا إن "p تستلزم q"، بمعنى أنه إذا صدقت "p"، توجـــب صـــدق"q")، فـــي إقامة علاقة آصرة بين المنطق والرياضـــيات، مـــا أدى بـــدوره إلى اكتشافات مهمة في هذين المجاليـــن. ورغـــم إمكـــان وجود براهين نعتبر عاده سليمة لا يشملها مفهوم الاستلزام هذا، يتم تناول القطاع الواسع والمتنوع الذي يشمله بطريقه مناسبة تماما. فضلا عن ذلك، قد يتسنى في نهاية المطاف جعل البراهين، التي لم يتم بعد تناولها بشكل ملائم عـــبر ذلـــك المفهوم، تمتثل لسطوته. من جهة أخرى، لم يتمكن

أحـــد من طرح نأويل معاير (النأويل عبر "الارتباطات السببية" مثلا) فبله الكنيرون بوصفه واضحا على أقل تقدير.

تمة رابط أخير سوف نحتاج إليه في النقاشات التالية: " p≡ q"، التي يمكن تأويلها بـــ "p إذا وفقط إذا q" (أو "إذا p، فـــ q ، وإذا q، فـــــ p"، بحيث تفهم "إذا p، فـــ q" بالمعنى الذى سبق تعريفه). ينضح أن " p≡ q" تصدق حال صدق كل من "p" و"q"، وحال بطلان كل منهما، وتبطل في الحالتين الأخريين.

5.نقد المبدأ الأول؛ التأويل الجزئي والمبدأ الثاني

بمقدورنــــا الآن أن نعود إلى نقد كارناب للمبدأ الأول ــ الأســـباب التي جعلته يقر استحالة تعريف الحدود النظرية بشكل تـــام عبر تعبيرات ملاحظية صرفة. اعتبر التعاريف الإجرائية، بوصفها قواعد للاستعاضة عن الحدود النظرية بحدود ملاحظية. قـــد نفـــترض أنها تمتثل للنمط التالي: يقال إن الشيء المفرد x يحـــتص بالخاصية Q (حيث Q حد نظري) إذا وفقط إذا صدقت القضية "إذا تم تطبيق الإجراء C على x، سوف يعرض x الآثار E". هكـــذا تقـــبل الجملة "يحتص x بالخاصية (النظرية) Q" أن يســـتعاض عـــنها، دون خسارة في المعنى، بجملة "إذا..فـــ.."

"الإجرائــية". فمــثلا، سوف يقال إن هذا الجسم معناطيسي إذا وفقــط إذا تم استيفاء الشرط التالي: إذا تم وضع قطعة صغيرة مــن الــنحاس قــربه، ســوف تتحرك صوبه. إذا فهمنا بتأويل التعبيرين "إذا..فــ.."، و"..إذا وفقط إذا.." على طريقة المنطق، يمكن ترميز "التعريف الإجرائي" على النحو التالي:

"$Qx \equiv (Cx \rightarrow Ex)$" [5]

لســوء الطالع، فيما يشير كارناب، إذا فهمنا "إذا..فــ.." فــي هذه الصياغه بالمعنى المنطقي، سوف نحصل على نتيجة منافية للعقل. إذا لم يتم تطبيق الإجراء C على x (بحيث تبطل "Cx")، ســوف تصــدق الجملــه $(Cx \rightarrow Ex)$ برمــتها، وفق ما

[5] نلحــظ هنا إحدى فوائد الترميز لو قمنا بكتابه هذه الصياغه بألفاظ عادية، سوف نجد الشكل المطول "x تختص بالخاصية Q إذا وفقط إذا، إذا أخضعت x للشروط الاختباريه C، سوف تظهر الاستجابه E".

كمــا هي العاده في نقاشات هذا الموضوع، ترتبط الأمثله المستخدمة بخاصية (الخاصــيه النزوعــيه المــتعلقه بالمغناطيســيه) عوضــا عــن كيــنونة (مثال المجال الكهرومغناطيســي أو اللاوعي) مسألة الحدود النظريه التي تزعم الإشاره إلى كينونات تعــد أقل أساسيه من مسألة الحدود النظريه التي تعزو خصائص لكينونات، إذا افترضنا (كمــا يبدو أننا نفترض في العالــ) أننا نستطيع التعامل مع الكينونات بوصفها مجموعات من الخصائص (خصوصا النزوعيه منها)

أوصـــحنا فـــى الجزء السابق. ولأن القضية "Qx ≡ (Cx → Ex)" صـــادقة بالـــتعريف، ســـوف نـــزعم على القول بأن x يختص بالخاصـــية Q ــ بأية درجة يتم تحديدها ــ في كل وقت لا يتم تطبـــيق الإجـــراء C عليه؛ ولكن بينما قد نرغب في القول بأن للجســـم وزن حـــتى فـــي حال عدم القيام بوزنه، لن نرغب في الحكـــم بأنه في كل وقت لا يوزن فيه، يبلغ وزنه عشرة أرطال وخمســـين عشر رطلا. غير أنه سوف يكون محتما علينا، وفق التأويل السابق، أن نقر هذا الأمر على وجه الضبط: إذا كانت "Cx" باطلـــة، ســـوف تصـــدق "(Cx → Ex)" **بصرف النظر** عما نســـتعيض بـــه عن "Ex"؛ وإذا صدقت كل من القضيتين "(Cx →Ex)" و "Qx ≡ (Cx → Ex)"، توجب، وفق تعريف الرابط "≡"، أن تصدق "Qx". وعلـــى نحو مشابه، سوف يتعين علينا أن نقر أن الجسم يكون معناطيسيا في كل وقت لا يتعرض فيه لاختبار المغناطيســـية. في هذه الحالة، خلافا لحالة الوزن، لا نرغب في القـــول بـــأن كـــل جســـم لا تختبر مغناطيسيته يعد معناطيسيا. حـــتى بالنســـبة للأجسام التي نود إقرار مغناطيسيتها في بعض الأوقـــات التـــي يختـــبر اختصاصها بها، بودنا إقرار إمكان ألا

نختص بتلك الخاصية. بيد أن التأويل سالف الذكر يحول دون ذلك: لأن إذا بطلت "Cx" (أي إذا لم يتم تطبيق اختبار المغناطيسية)، سوف نضطر إلى الحكم بصدق "Qx" (أي الحكم بأن x مغناطيسي).

لقد تم اقتراح مصدرين لهذه الصعوبة: اما أن التأويل المنطقي للتعبير "إذا..فـ.." لا يعبر عن معنى يناسب الجملة الإجرائية (أو يناسب، على وجه أكثر عمومية، الجملة الملاحظية الواردة على يمين العلامة "≡")، أو أن استخدام التعبير "إذا..فـ.." لا نثريب عليه، لكن هناك خللا في مفهومنا للعلاقة بين الحدود النظرية والحدود الملاحظية الذي يقر قابلية الواحد منها عن الآخر (أي يقر "$Qx \equiv (Cx \rightarrow Ex)$"). وكما سبق أن لاحظنا، فإن المقترح الأول لم يفض إلى حل مجمع عليه من قبل طائفة كبيرة من المفكرين؛ ليس ثمة تأويل لمعنى "إذا..فـ.." المتعلق يتم عبر "الارتباط الضروري"، "الارتباط المادي"، "الارتباط الحقيقي"، أو ما شابه ذلك، يؤمل الكثيرون حتى في كونه واعدا.

هكـــذا يحـــتار كارناب البديل الثاني. الواقع أن اختياره مـــثال نمطـــى على النهج الذي سلف ذكره (الجزء 4)، والذي ســـوف يحـــاول كثـــير من فلاسفة العلم المعاصرين، بسبب ما يواجهونه من صعوبات، إعادة صياغة محاجاتهم ونتائجهم وفقه قبل التخلي عن أسس المنطق الواثقة. من هنا يقترح كارناب أن الحـــدود الـــنظرية والحـــدود الملاحظيه لا ترتبط عبر تعاريف صـــريحة للأولـــى عبر الثانية، بل عبر "جمل رد" تقوم فحسب بطـــرح **تـــأويل جزئي** للحد النظري. أبسط أنواع جمل الرد هو القضية التالية:

$$Cx \rightarrow (Qx \rightarrow Ex)$$

التي تقر أنه "إذا تم تطبيق الاختبارات C على x، فإن x تختص بالخاصـــية Q إذا وفقـــط إذا أظهرت x الاستجابة E". إذا لم يتم تطبـــيق تلـــك الاختبارات، لن يلزم ضرورةً اختصاصُ x بتلك الخاصية، وهكذا يتم الخلاص من الصعوبات آنفه الذكر. Q هنا تحصـــل فحســـب على "تأويل جزئي"، بمعنى أن هذه الصياغة الجديـــدة لا تحـــدد معنى "Q" إلا نسبة إلى الأشياء التي تستوفي شـــروط الاختـــبار C. على هذا النحو، يظل معنى "Q" مفتوحا،

بحيــث يمكن باستمرار إضافة جمل رد جديدة تحدد المزيد من السروط والاستجابات الخاصة باختبار حضور الخاصية Q[6].

لقــد أفضـــت هذه المحاجة ضد المبدأ الأول إلى التخلي عـــنه والاستعاضـــة عـــنه برؤية جديدة لعلاقة الحدود النظريه بالحدود الملاحظية. التمييز بين هذين النوعين من الحدود، رغم

[6] عور الحد لىعريف إحرائي، وحتى اسحاله توفره المرعومه، لا تحول دوما دون قـــيام العلمـــاء بقبول المفهوم المعني، إدا كان يقوم بوطيفه مهمه نسبه إلى النطريه أســـهر حالات حدوث هدا الأمر تتعس في قبول مفهوم الحريء الأولي في الفيرياء الدى نعـــرف باســـم "النيوترينو"، بالرغم من أن العلماء افترصوا آنداك أن الربط الغريب بين حصائص نعرى إلى تلك الكينونه حال دون ملاحظتها عبر أنه ما كان لهم السبب بمبدأ نقـــاء الطاقـــه لولا أنهم افترصوا وحود تلك الكينونة لقد كان من شأن التحلي عن دلك المـــبدأ، الدى كان نطبق نشكل سائد وأساسي في علم الفيرياء بأسره، أن يحدث اضطرابا فـــي معظـــم أرحـــاء دلك العلم وفق هدا (وبالرغم من استحاله ملاحظته المرعومه أو ملاحظـــه أثـــه آثـــار معايره لتلك التي طرح لتفسيرها، ما يعني أن طرحه كان مناوره آدهوكـــيه) بمـــت المصـــادره على حريء عير قابل للملاحظه، النيوترينو، لتفسير عور التوارن في الطاقه الملحوظ في عمليات إسعاعية بعينها (حقيقة كون النيوترينو قد اكتشف لاحقـــا لا تؤثر في حقيقة أنه اعتبر وقت طرحه، من قبل الكثيرين الدين قبلوه، عير قابل للملاحظـــه الواقع أن هده الحاله توضح صعوبه تحديد، ما هو "قابل للملاحظة" وما ليس كدلـــك، فـــي أى طور من أطوار تاريخ الفيرياء) من هدا يتبان الخلل في فرض نزعه إجرائيه متسدده تشترط أن نكون كل مفهوم علمي قابلا للتعريف إجرائيا ليست كل حدود النظريه العلميه قابله حتى للتأويل الجزئي؛ بعض منها يرتبط فحسب بحدود أخرى، بعض منها مؤول جزئيا في نسق منطقي

أن البراهيـــن نصـــاغ بحيث يتم تجنب الصعوبات الناجمة عن عقده، يظل باقيا معنا؛ غير أن العلاقة أضحت تُفهم على النحو التالي:

المـــبدأ الثاني: يمكن فحسب طرح تأويل جزئي لبعض التعبيرات، على أقل تقدير، الواردة في النظرية العلمية عبر المفردات الملاحظية.

على هذا النحو لا يكون بالمقدور، حتى من حيث المبدأ، الاستغناء عن بعض حدود المفردات النظرية؛ ثمة عناصر دلالية في مفاهيم النظرية العلمية تتجاوز ما تعدّه الخبرة. على ذلك، ووفق ما يقره أشياع هذه الرؤية، فإن هذا لا يعني العودة إلى المذهب القائل بأن للعقل البشري قدرة خاصة على تبصر الواقع تتجاوز الخبرة، إذ بالإمكان، وفق قولهم، اعتبار كل معاني المفهوم غير الخبراتية عبر موضع المفهوم في النسق المنطقي (قارن مثلا، الجزء 7 أدناه).

بـــيد أن البـــت في أمر صحة مذهب كارناب، وبطلان المـــبدأ الأول، أصـــبح أكـــثر تعقيدا بسبب مبرهنة في المنطق الرياضـــي قـــام وليام كريج بإثباتها. وفق هذه المبرهنة، إذا تم تقسيم لغة النظرية العلمية (باستثناء الحدود "المنطقية البحتة" من قبـــيل "→" و"≡" ؛ قارن الجزء 7 أدناه) إلى فئتين جامعتين لا

عناصـــر مشتركة بينهما (الحدود الملاحظية والحدود النظرية)، سوف يكون بالإمكان دوما الاستعاضة عن هذه اللغة بلغة أخرى لا تشـــتمل علـــى أى حـــد من المفردات النظرية. يبدو إذن أنه بـــالمقدور في نهاية المطاف الدفاع عن المبدأ الأول (ولكن في صـــياغة معدلـــة، فالاستعاضـــة تتم عن اللغة بأسرها، لا عن تعبيرات خاصة فيها). غير أن مبرهنه كريج، كما يوضح همبل ("مأزق المنظر"، الجزء 9)، لا تنجح حقيقة في جعل ذلك المبدأ أقل منافاه للعقل. ذلك أن اللغة الجديدة، التي تحل بدلا من اللغة المشتملة على حدود نظرية، سوف تتسم بملمح غير مرغوب فيه (فضـــلا عن ملامح أخرى)؛ سوف تتضمن عددا لا متناهيا من المـــبادئ، بحيـــث تخفق فى تحقيق الغاية المتعلقة بجعل النسق الأصلي واضحا.

6.الحدود النظرية في مقابل الحدود الملاحظية: المبدأ الثالث

يتمثل أحد الدوافع الأساسية الكامنة خلف محاولة الدفاع عن تمييز بين الحدود النظريه والملاحظية في الرغبة فى تفسير كـــيف يتسنى للنظرية أن تُختبر بمعطيات الخبرة، وكيف يمكن الحكـــم بأن نظرية ما "تفسر الحقائق" بطريقة أفضل من أخرى،

أي الرغبة في طرح تحديد دقيق للفكرة، التي يكاد يجمع عليها[7]، والتي تقر أن العلوم امبيريقية "مؤسسة على الخبرة". هكذا جادل أنصــــار المبدأين الأول والثاني على النحو التالي: يمكن اختبار النظرية العلمية إذا وفقط إذا كانت تتضمن على الأقل حدودا ــ أو مكونــــات يمكــن تمييزها في معاني بعض حدودها ــ تحتاز على معنى مستقل عن سياقها النظري عبر الإشارة إلى عناصر خبراتــية مســتقلة عـــن النظرية. أيضا بالمقدور المقارنة بين نظريتيــن مختلفتين إذا وفقط إذا كانت هناك على الأقل مثل هذه الحـــدود (أو المكونـــات) التي تحتاز على معنى مشترك فيهما.

---

[7] أقول "يكاد يجمع عليها"، لأن الفلسفة الحديثة عرفت مذهبا يقر أننا إذا وظفنا العقــل بحــرص كــاف، سوف نتمكن، دون الركون إلى أية خبرات، من اكتشاف بعض الحقائق الأساسية المتعلقة بالكون يمكن منها أن نشتق حقائق أخرى (وربما العلم بأسره) فـــي هـــذا القـــرن، قام إي أ مالن و السير آرثر ادنجتون بإحداث تعديل طفيف في هذه الفكـــرة، حيـــث أقـــرا أن النهج الامبريقي نفسه يستلزم قوانين العلم، بمعنى أنه إذا قمنا = بتحلـــيل ذلـــك المـــنهج نجده كافيه سوف يكون بالإمكان الاستغناء عنه بوصفه سبيلا للحصول على نتائج علمية. هكذا يقر مالن مثلا أننا "ما أن نقوم بتحديد دقيق لكيفية وعينا بالجوانـــب الكمية من الظاهرة، حتى نصبح قادرين تلقائيا، طالما لم نعوزنا المهارة، على اشتقاق كل العلاقات القائمة بين تلك الجوانب الكمية"

[E A Milne, "The Fundamental Concepts of Natural Philosophy," *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, LXII (1943_44), Part I, reprinted in M Munitz (ed), *Theories of the Universe* (Glencoe The Free Press,1957), pp 358_359]

وفى عياب مثل هذا المعنى المشترك، لا تتحدث النظريتان عن ذات الأشياء، ما يحول دون المقارنة بين درجة ملاءمتهما. من وجهة النظر هذه، حتى لو لم يكن التمييز بين "النظري" و"الملاحظي" دقيقا إلى حد كاف، يتعين أن يكون ثمة تداخل فى المعنى بين النظريتين، طالما رغبنا فى عقد مقارنة بينهما.

كثير من المتفكرين، حتى من قبل منهم المبدأ الثاني، أصبحوا يرتابون في كون التمييز دقيقا إلى الحد الذي افترضه كثير من فلاسفة العشرينيات والثلاثينيات. إذ ما الظروف التي نكون فيها "مجرد ملاحظين" عوضا عن أن نكون "مؤولين" في ضوء النظرية؟ من جهة متطرفة، حين نصدر حكما بخصوص المسافات وفق الأحجام النسبية الظاهرية، ألا نكون قد افترضنا (ربما "بشكل غير واع") معرفة بهندسة المكان؟ هل نحن "مجرد ملاحظين" حين ننظر عبر المقراب، الذى "أُسس" على قدر هائل من المعرفة النظرية بعلم البصريات؟ (ألا نعد مثل هذه الملاحظات – بل كل الملاحظات – "مشحونة" نظريا بدرجة ما على الأقل ؟). من الجهة المتطرفة الأخرى، فيما يتعلق بالحدود التى تصنف عادة على أنها "نظرية"، ألا يقوم العلماء

"بملاحظة" الذرات والبرونونات وحتى النيوترينوات؟ (أم تراهم يلحظـــون آثارهـــا فحســـب؟ ولكن حتى على افتراض أنهم لا يلحظون سوى آثارها، هل يعد هذا سببا كافيا لتصنيفها بوصفها "نظـــرية"؟ لقد جادل بعض الفلاسفة بأننا لا نقوم بملاحظة أية أجســـام مادية، وبأن مبلغ ما تتسنى لنا ملاحظته هو الآثار التي تحدثها على حواسنا أو عقولنا). وحتى على افتراض أننا نقوم عادة بالتمييز بين اللغة الملاحظية واللغة النظرية، هل يتعلق هذا التميـــيز بتحليل العلم بالطريقة المعمقة التي تعزى إليه من قبل أنصار المبدأين الأول والثاني؟ ذلك أن العالم، وفق ما يشير بيير دوهيم، لن يجيب حين يسأل بقوله مثلا إنه "يدرس تأرجح قطعة النحاس التي تحمل هذه المرآة"، بل سوف يقول "إنه يقوم بقياس مقاومـــة الملـــف الكهربـــية". بكلمات أخرى، حتى عندما يقوم العلمـــاء بإقرار "ملاحظاتهم"، فإنهم لا يستخدمون ما نسميه وفق الدلالة العادية لغة "ملاحظية" بمعنى صرف، بل يستخدمون لغة تفترض أصلا قدرا كبيرا من فهم النظرية العلمية.

فـــي ضـــوء مثل هذه الاعتبارات، زعم بعض الفلاسفة المتأخريـــن أن التمييز بين الحدود الملاحظية والحدود النظرية

تميــدر في الدرحة لا فى النوع، بحيث بكون في أسوأ الأحوال اعساطيا، وفي أفضلها مجرد عرف، كون موصع الحد الفاصل يحــتلف مــن شخص إلى آحر ومن سياق إلى تان. وعلى وحه الخصــوص، فــإن تقريرات العالم عن ملاحظاته سوف تكون مشحونه بدرجة كبيرة بالنظريه. لهذا السبب حاول أشياع المبدأ الثانــى في الآونة الأحيرة ، بعد أن انتبهوا إلى إمكان ألا يكون التمــيز مطلقا، صياغة براهينهم بطريقة مستقلة عن سبل عقد ذلك التمييز (قارن مثلا ملاحظات همبل في نهاية الجزء 2 من "مأزق المنظّر").

علــى ذلك، ثمه من ذهب إلى أبعد من ذلك، فحاجل بأن كــل حدود النظريه العلميه "مشحونه نظريا" أو "مرتهنة نظريا" بالمعنى المتطرف التالي:

المــبدأ الثالث: يســتحيل (في معظم الحالات على أقل تقدير) فصل أحد مكونــات معاني الحدود الواردة في نظريات مختلفة بحيث تكون لدى مثل هــذه الــنظريات ذات المفردات الملاحظية أو مفردات ملاحظية متداخلة؛ رغم إمكان أن ترد ذات الحدود في تلك النظريات المتغايرة، فإنها لا تحتاز على ذات المعاني، كون المعنى يتوقف بشكل حاسم على السياق النظري ويختلف باختلافه.

هناك وجهة نظر تقارب على الأقل هدا الموقف المتطرف تجدها في مقالة ستيفن تولمن، حيث يؤكد أن أنواع "الظواهر" التي تنبر المشاكل للعالم هي تلك التى تنحرف عن نمط أو تواتر متوقع. يسمي تولمن مثل هذه الافتراضات الخاصة بما يحتاج إلى تفسير "بمُثل النظام الطبيعي" أو "النمادج المثلى". بيد أن تلك "المثل" لا تقوم فحسب باختيار أية خبرات تعد إشكالية، بل إن "الظواهر" نفسها، فيما يقر تولمن، معرّفة من قبلها. هكذا يحدثنا (في نص لا تشتمل عليه المقالة المتضمنة هنا) عن "التفاعل المستمر بين النظرية والحقيقة ـ الطريقة التي تؤسس وفقها النظريات على الحقائق، وتضفى بها في ذات الوقت أهمية على تلك الحقائق، بل تحدد ما يعد "حقائق" أصلا نسبة إلينا."[8] أيضا فإنه يجادل بأن " الذين يعتنقون مثلا أو نماذج مُثلى مختلفة لا يكونون معنيين بذات المشاكل؛ فالحوادث التي تشكل "ظواهر" عند الواحد منهم سوف تغفل من قبل المنتمي إلى بارادايم أخرى على اعتبار أنها "طبيعية تماما"."

[8] S. Toulmin, *Foresight and Understanding* (Bloomington: Indiana Univ. Press, 1961), p. 95.

وثمـــة رؤية اكثر تطرفا طرحها تومس كون في كتابه "بنـــية الثورات العلمية" (The Structure of Scientific Revolutions). يقر كون أن "النماذج المثلى"، التي تشكل الطريقة التي ينظر بها العلماء المنتمون إلى مواريث مختلفة إلى العالم، والتي ترشدهم فـــي تشـــكيل تجاربهم ونظرياتهم، "غير قابلة للقياس بالوحدات نفســـها". الـــنموذج الأمـــثل (البارادايم) يحدد ما يعتبره العالم المنتمـــي إلى موروث بعينه حقائق، كما يحدد مشاكله والمعايير التـــي يشترط استيفاؤها من قبل النظرية. كل هذه تختلف بوجه عـــام مـــن بارادايم إلى أخرى. فمثلا، على اعتبار أن الفيزياء النيوتونية (وفق ما يرى كون) مؤسسة على بارادايم تختلف عن بـــارادايم أينشتين،لا تعد نظرية أينشتين، كما يعتقد عادة، صياغة أكـــثر دقة وشمولية من الفيزياء النيوتونية؛ ذلك أن الحدود التي تكـــون مـــن قـــبل "مكان"، "زمان"، و"كتلة" تحتاز على معاني متغايرة كلية في تينك النظريتين.

ولكـــن، إذا كانـــت معانـــي كل الحدود محددة من قبل النظرية (أو البارادايم)، بحيث تستحيل المقارنة حتى بين معاني ذات الحـــدود فـــي سياقات نظرية مختلفة، ولا يكون ثمة قاسم

مشـــترك بيـــنهما، يتعين علينا أن نتساءل، صحبة الذين حاولوا الدفـــاع عن تمييز بين الحدود النظرية والحدود الملاحظية، عن كيفـــيه التفصـــيل بيـــن النظريات، وعن الكيفية التي تشكل بها الاستعاضـــة بنظرية ما عن أخرى "تقدما" أو "تطورا". إن كون يعـــي تمامـــا هذه الصعوبة؛ ففي فقرات لا تشتمل عليها مقالته المتضـــمنة في هذه المختارات يزعم أنه عقب قيام ثورة علمية، حيـــث تحل بارادايم محل أخرى، "يطرأ تغيير على مجمل شبكة الحقيقة والنظرية"[9]. وفق هذا، "فإن أعضاء الجماعتين العلميتين، كونهـــم يمارســـون أنشطتهم في عالمين مختلفين، يرون أشياء مختلفة حين ينظرون من نفس الموضع في ذات الاتجاه"[10]. على ذلـــك، يقـــر كون "أن هذا لا يعني أنهم يستطيعون رؤية كل ما يرغبون في رؤيته. كل منهم ينظر إلى العالم، وما ينظرون إليه لم يطرأ عليه أي تغيير"[11]. غير أنه يصعب فهم كيف يتسق هذا الاســـتدراك (والتميـــيز الملمَّـــح إليه بين "الرؤية" و"النظر") مع وجهـــة نظـــره التـــي تقـــر عدم قابلية المفردات العلمية للقياس

[9] T. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions* (Chicago: Univ. of Chicago Press, 1963), p. 140.

[10] Ibid., p. 149.

[11] Ibid., p. 149.

بـالوحدات نفسـها، وكـيف يتسنى لكون الخلاص من السببية المتطرفة المتصمدة فى قوله "إن التنافس بين النماذج المثلى ليس صــراعا يمكن حسمه عبر الإثبات"[12]. يبدو أن استدراكه أقرب لأن يكون صياغة للإشكالية التى يتعين عليه وعلى أشياع مذهبه مواجهـتها ـ إشـكالية كيف يمكن أن تتم المقارنة بين نظريات غير قابلة للقياس بالوحدات نفسها ـ من أن يكون حلا لها. يبدو أنه يود الحكم بأن النظرية لا تُقبل لأنها "أفضل" من غيرها، بل تعد أفضل من غيرها لأنه تم قبولها.

فــى المقــابل، يحاول تولمن الإجابة عن السؤال الذى ستثيره تلك الصعوبة: "كيف يمكن لنا أن نعرف أية افتراضات يتوجــب علينا تبنيها؟ لا ريب أن النماذج المثلى التفسرية ومثل الــنظام الطبيعـــي ليست "صادقة" ولا "باطلة" بأي معنى ساذج. عوضـــا عن ذلك، فإنها تذهب بنا شوطا أبعد (أو أقرب)، وتعد نظريا أكثر (أو أقل) خصوبة". ولكن ما الإنجاز الذي تؤتي هذه "الخصـــوبة" ثماره؟ وصوب أية غايات نقطع بنا النظرية "شوطا أبعد" من غيرها؟ بالتوكيد لا تكون مجموعة من الافتراضات أو

[12] Ibid , p 147

المـــثل أفضـــل من أخرى بمعنى أنها تمكننا من التعامل بفعالية أكـــثر مـــع ذات الإشـــكاليات أو ذات الحقـــائق، فالإشكاليات والحقـــائق، وفق وجهة نظر تولمن، تختلف من مثال إلى آخر. إن تولمـــن، شـــأن كـــون، يخفق في توضيح الكثير بخصوص المعـــنى الـــذي يُحكم وفقه بأن نظرية ما تعد مرضية أكثر من غيرها.

هكـــذا نبقى في مواجهة مأزق: إما أن نقبل التمييز بين الحـــدود النظرية والحدود الملاحظية (في صيغة أو أخرى) أو نرفضـــه. إذا قبلـــناه، سوف نتمكن من جعل النظريات العلمية موضـــعا لحكم الحقائق المستقلة عنها، بيد أننا نظل في مواجهة مهمـــة جعـــل التمييز دقيقا أو تبيان كيف تتمايز العناصر التي تسـمح بالمقارنـــة بيـــن مختلف النظريات. إذا رفضناه، سوف نتجنـــب صـــعوباته التـــي لا قِبَل لأحد بإنكارها، بيد أننا سوف نواجـــه إشكالية تفسير كيفية عقد المقارنة بين النظريات والحكم عليها. يتوجب على هذين البديلين تخطي صعوبات كأداء لمحنا هـــنا إلـــى بعـــض منها. الواقع أن إحدى إشكاليات فلسفة العلم

الحاسمة في الوقت الراهن إنما تتعين في البحث عن سبيل آمن بين قرني تلك المعضلة.

7.النظريات والأنساق الاكسوماتية

تبين لنا إبان فحص إشكاليه الحدود النظرية كيف أفضى التحليل النقدى إلى تطور في الرؤى. بيد أن الانتقال من المبدأ الثاني إلى الثالث لا يستمل فحسب على تعبر فى حل إشكالية مفردة. فخلف الرؤية التي يقرها المبدأ الثالث يكمن ما يمكن اعتباره تغيرا حاسما في "الأسلوب الفلسفى"، في سبل صياغة وتناول الإشكاليات. لم يعد المنطق الرياضى عند أشياع تلك الرؤية مفتاح حل مشاكل فلسفة العلم. سوف نتمكن من تعميق فهمنا للتغير الذي طرأ على الرؤى بالقيام بمسح لقضايا أخرى تعد مركزية في نقاشات راهنة (وفى المختارات التالية).

تـتعلق إحـدى تلك القضايا بمدى اقتدار المنطق على الكشـف عـن طبـيعة النظرية العلمية. ثمة رؤية في النظرية العلمـية تعـد أساسية نسبة إلى نقاش همبل في "مأزق المنظِّر"،

وسـبة إلـى عـدد كبير من أعمال مفكرين يرون أن المنطق الرياصـي أداة لفهـم العلـم، مفادها أن النظرية العلمية **نسق اكسـوماتي مؤول**. مفهوم النسق الاكسوماني واضح بداهة، فهو عـبارة عـن فـئة من الجمل تُقبل بداية (وهي تقسم عادة إلى تعـاريف، ومـبادئ، ومصادرات، وإن كان هدا أمر لا يتعلق بمقصدنا)، بحيث يتم وفقها إثبات حمل أخرى (مبرهنات). عير أن هـذا المفهـوم البيّـن بداهه أصبح، بفضل جهود المناطقه المحدثيـن، موضعا لتطورات غاية في الإحكام، حيث تم طرح تحلـيل غايـة فـي الدقة لخصائص الحدود الوارد ذكرها في المـبادئ، وسـبل التولـيف بينها في جمل تشكل تلك المبادئ، ولمفهوم الاستنباط أو الإثبات الذي يُخلص عبره إلى المبرهنات.

لتثمين هذا العمل وتطبيقاته على فلسفة العلم، يتوجب أن نفهـم بداية ما يعنيه المناطقة بالنسق الاكسوماني **غير** المؤول. مـثل أي شـيء آخر، يتعين أن تتم صياغة النسق عبر لغة ما؛ حتى مفهوم اللغة يتم التعامل معه من قبل المناطقة بشكل دقيق، عـبر مفهومهـم في **اللغة الصورية**. دعونا نقارب هذا المفهوم عـبر القـياس التالـي. المعاجم العادية تعرف الألفاظ بطريقة

دائـــرية؛ أي اننا إدا بحثنا عن معنى لفطة ما، وعن معاني كل الألفاظ المستخدمة فى تعريفها، لن نلبث أن نجد أنها تعرَّف عبر ذات اللفظة النى كنا نبحث عن معناها. هبنا وددنا الخلاص من هــذه الدائـــرية بـــإعداد قائمة تشتمل على عدد قليل من الألفاظ البســـيطة (نسميها "**حدودا أساسية**" أو "أولية") التي نجد معانيها واضـــحة وتعد مناسبة لتعريف سائر ألفاظ المعجم (التى نسميها "ألفاظا معرَّفة"). على هذا النحو يمكن، من حيث المبدأ على أقل تقديـــر، الاســـتعناء عـــن الألفـــاظ المعرَّفة، فما بمكن أن يقال باســـتخدامها يمكـــن قوله بدونها، باستعمال الحدود الأولبه. هبنا قمـــنا أيصا بسرد القواعد التي يمكن وفقها التوليف بين الحدود الأساسيه لتشكيل عبارات وجمل تحتاز على معنى؛ سوف نسمي هــذه القواعــد "قواعــد نحويـــة" أو "**قواعد الصياغة**" الخاصة بالعبارات والحمل. على هذا النحو، إذا اعتبرنا "**تفاحة**"، "**ينمو**"، "**علـــى**"، "**شجرة**" حدودا أولية في معجمنا، سوف نحاول تسكيل قواعد تكون وفقها الجملة "ينمو التفاح على أشجار" جملة "سليمة" نحويـــا، خلافـــا لــــــ "علـــى يـــنمو الأشجار التفاح". في لغات كالإنجلـــيزية، تنعيـــن إحدى الصعوبات التي سوف نواجهها في

كــون مهمة تشكيل مثل هذه القواعد غاية في التعقيد، فثمة عدد أكــبر ممـــا يجب من التنويعات الممكنة، ولكل قاعدة ثمة عدد متكــثر مــن الاســتثناءات. لهــذا السبب، وفضلا عن محاولة الحصــول علـــى ســبيل لحسم قضايا من قبيل طبيعة النسق أو الــنظرية، يــتعامل المناطقة مع لغات مستحدثة تتسم بالملامح سالفة الذكر في قياسا، ولكن دون أن تكون معقدة.

تــتكون **اللغة الصورية** إذن من إعداد دقيق لقائمة من **الحدود الأولية**، فضلا عن مجموعة من القيود، تطرح في شكل **قواعــد صــياغة** دقيقة يمكن وفقها التوليف بين هذه الحدود في **صــياغات ســليمة**. تشــمل الحدود الأولية على حدود منطقية صــرفة (مــن قبل الرابطين "≡" و"→" ، وربما روابط مغايرة لهمــا يمكــن عــبرها تعريفهما) وحدود "غير منطقية" (يمكن اعتــبارها حدود اللغة "الملاحظية أو "النظرية"، ما لم يتم بالطبع تعريف كل الحدود النظرية). وفضلا عن الحدود الأولية، سوف تكون هناك بوجه عام حدود معرّفة، غير أنه بالمقدور الاستغناء عنها من حيث المبدأ.

هـــده إدن لعة صورية. وفق هده المرجعية من الحدود الأولـــية وقواعد الصاعة، يتم تشكيل نسق **اكسوماتي**: فئة من الصياغات السليمة يتم اختيارها تشكل **مبادئ** النسق. ثمة قواعد تحويـــل (أو **استنباط** أو **استدلال**) محددة بطريقه دقيقه سناط بها مهمة تحديد فئة من **المبرهنات** التي يمكن اشتقاقها من المبادئ. (وفـــق القـــياس السابق، هنا قمنا، عقب طرح قواعد الصياغة لتشـــكيل جمـــل تحتاز تحويا على معنى، باختيار عدد قليل من الجمـــل التي اعتبرناها صادقة، ثم حاولنا، وفق قواعد المنطق، اســـتقاق جمـــل صـــادقه أخرى منها. قد نكون على درجه من الحكمة بحيث نقوم باختيار المبادئ بطريقة تضمن اشتقاق سائر الجمل الصادقة في لغتنا).

ثمـــة ملمح غاية في الأهمية اتسم به نقاشنا حتى الآن، يتعيـــن فـــي كونـــنا لم نفترض أي فهم للحدود الأوليه: نسبة للمنطقـــي، تعـــد هـــده الحدود غير مؤولة، بمعنى أنه لا حاجة لاعتـــباره اختـــيارها على معنى مغاير للقيود التي فرضت على ســـبل توليفها وفق قواعد الصياغة. حتى الحدود غير المنطقية يمكـــن النعامل معها بوصفها رموزا تعوزها الدلالة تقحم وفق

قواعد بعينها في صياغات منطقية. وبالطبع، فإن كل هذا مجرد ملمــح آخــر لحقــيقة كــون المناطقة معنيين "بشكل" القضايا والاستنباطات، عوضا عن "محتواها".

لهــذا السبب، إذا رغبنا في اعتبار النظرية العلمية نسقا اكســوماتيا، فــإن مــا لديــنا حتى الآن مجرد هيكل لمثل هذه الــنظرية؛ ثمــة حاجة **لتأويل** الحدود الأولية. نسبة إلى أنصار المبدأيــن الأول والثانـــي، إذا أغفلـــنا إشـــكالية تأويل الأوليات المنطقــية البحتة، تتعين الإشكالية في كيفية تأويل الأوليات التي تعد "ملاحظية" والأوليات التي تعد "نظرية" (على افتراض وجود مـــثل هــذا التمييز، وافتراض اشتمال تلك الأوليات على هذين النوعيــن). مفــاد رؤيه همبل لهذا التأويل هو أننا نعتبر الحدود "الملاحظيه" "مفهومة مبدئيا"؛ ولأنه يجد صعوبة في محاوله فهم الحدود النظرية، فإنه يقر وجوب تأويلها عبر الحدود الملاحظية. ولإنجـــار ذلـــك، فـــيما يصـــيف، نقوم بطرح ما يسميه "الجمل المؤولـــة" أو "القواعـــد" التي "تربط حدودا بعينها من المفردات الـــنظرية بحدود ملاحظية". على هذا النحو، نحصل على نسق

اكسوماتي مؤول، وتفهم النظرية العلمية على أنها تشكل مثل هذا النسق[13].

من وجهة النظر هذه، يتم رد مسألة العلاقة بين الحدود الملاحظية والحدود النظرية إلى مسألة مدى إمكان ربط الحدود النظرية بحدود ملاحظية عبر مثل تلك القواعد التأويلية. هكذا يرى كارناب على سبيل المثال أن (1) بعض الحدود النظرية لا تربط بالمفردات الملاحظية إلا بتأويلات جزئية تتم عبر جمل رد؛ (2) وبعض الحدود النظرية الأخرى لا تربط إلا بحدود نظرية معايرة، عبر قواعد صياغة النسق. ثمة أيضا مفاهيم للجمل التأويلية مغايرة لجمل الرد والتعاريف الإجرائية (بمعناها القديم) يناقش همبل (في الجزء 8) بعضا منها ("معجم كامبل"، مثلا). في ذلك الجزء، يحاول همبل طرح تحليل عام قابل لأن

[13] يمكن، وفق ما يقترح همبل، تشكيل "نظرية (أو "نسق") غير مؤول" جديد تتكون مبادئه من مبادئ النسق غير المؤول، فصلا عن القواعد التأويلية

يتوجب أن نلحظ أن ثمة اتفاقا عاما على أن الصياغات الرياضية الخاصة بالنظرية العلمية (بقدر ما تكون غير مؤولة) قابلة لأن تصاغ عبر حدود منطقية (طالما فهمنا "المنطق" بمعنى واسع نسبيا)

ينطــبق علــى كــل أنــواع الجمل التأويلية عبر مفهوم "النسق التأويلي".

بــيد أن مفهوم النظرية العلمية بوصفها نسقا اكسوماتيا غــير مؤول ينتقد لكونه أضيق مما يجب، بل حتى لكونه يشوه الطبيعة الحقّة للنظريه العلمية،وهذه انتقادات سوف نعنى بتفيلها عما قليل.

8.شبه القانونية والاشتراطات الفرضية

يشــكل مفهوم "القانون الطبيعي"، شأن مفهوم "النظرية العلمية"، مناط جدل بين مؤلفي هذه المختارات. سوف نلمح هنا إلى إحدى المشاكل الأساسية التى تواجه أية محاولة للتعامل مع ذلك المفهوم توظف تقنيات المنطق الحديث.

وفــق الــرؤيه التي تركن إلى تحليل هيوم للسببية، فإن القوانيــن مجرد تعميمات مؤسسة على ارتباط ثابت بين خبرات سـابقة بعيـنها؛ وفـق ذلــك التحليل، ليس ثمة عنصر مغاير "للشــمولية"، مــن قبــيل "الضرورة"، تقره أية صياغة للقانون العلمــي. الاعــتراض الأساسى الذي يوجه باستمرار إلى هذه الــرؤيه مفــاده أنها تخفق في التمييز بين التعميمات العارضة

والجمــل شــبه القانونــية. (التعبير "جملة شبه قانونية" لا يشير فحســب إلى القوانين، بل يشير أيضا إلى الجمل التي حسبنا أنها قوانيــن ثــم اتضح بطلانها.) فعلى سبيل المثال، يفشل التحليل الهيومي في ملاحظه أي اختلاف بين الجملتين "كل قطع السكر الموجــودة في هذه الحجرة قابلة للذوبان في الماء" (وهي جملة شــبه قانونــية) و"كــل الأشخاص الموجودين في هذه الحجرة يــرتدون جــوارب خضــراء اللون" (وهي تعميم عارض أو مصادفة). سوف يتم دحض وجهة نظر هيوم، فيما يقر أصحاب هذا الاعتراض، بمجرد أن نتمكن من عقد هذا التمييز.

ولكــن كــيف يتســنى أصلا عقد هذا التمييز؟ بكلمات أخــرى، علــى اعتــبار أن الجمــل شبه القانونية والتعميمات العارضــة تــتخذ الشكل "كل S هو P" (أو صياغة أكثر تركيبا لجملــة كلــية)، ما الخصائص الإضافية التي تميز الجمل شبه القانونــية عن الجمل الكلية التي ليست شبه قانونية؟ ثمة اقتراح يقــر أن القضــايا شــبه القانونــية قادرة على دعم "اشتراطات فرضية"، في حين تعجز التعميمات العارضة عن القيام بذلك. (الاشــتراط الفرضــي جملة تتخذ الصياغة " لو حدثت S (التي

تخالف ما حدث)، لحدثت p". لاحظ أن هذه الجملة تتخذ صياغة افتراضية). فمثلا، الجملة "كل قطع السكر التي توضع في الماء تـــذوب" تدعــم الجملـــة "لو وضعت قطعة السكر هذه في الماء (لكـــنها لـــم توصـــع)، لذابـــت". فـــي المقابل، فإن الجملة "كل الأشخاص الموجودين في هذه الحجرة يرتدون جوارب خضراء " لا تدعـــم الاشتراط الفرضي المناظر، "لو كان جونز (الذي لا يوجـــد فـــي هـــذه الحجـــرة) موجودا فيها، لكان مرتديا جوربا أخضر". ذلك أن تلك الحملة تنسق أيضا مع الاشتراط الفرضي "لـــو كـــان جونز في هذه الحجرة، لبطل القول بأن كل من فيها يرتدي جوربا أخضر اللون".

تكمـــن الإشـــكالية في محاولة توضيح مفهوم الاشتراط الفرضـــي؛ الواقـــع أن الـــنجاح لـــم يقـــدر حتى الآن لأي من المحـــاولات التي بذلت فى تحليلها. وعلى وجه الخصوص، لا ســـبيل لـــتأويلها، على الأقل بأية طريقة مباشرة، عبر المفهوم المنطقـــى العادي للتعبير "إذا..فـــ.."، فمقدمة الاشتراط الفرضي باطلـــة دوما، ما يلزمنا بإقرار صدق كل الاشتراطات الفرضية حـــتى حـــال كون بعضها يناقض بعضا آخر منها. ولكن، وكما

سبق أن لاحظنا، ليس هناك تأويل معاير واضح لذلك الرابط متوفر لدينا. من جهة أخرى، فإن المحاولات التي احتفظت بالدلالة المنطقية لذلك التعبير، وحاولت الكشف عن سبيل لتحسب الصعوبات آنفة الذكر، وجدت نفسها مضطرة، في تحليلها لمفهوم الاشتراط الفرضي، إلى افتراض ذات مفهوم شبه القانونية الذي كان يفترض أن يتم تحليله بالإشارة إلى تلك الاشتراطات، ما يعنى أنها تقع في دائرة مفرغة. ثمة محاولات أخرى لتحديد الفروق التي تميز ين التعميمات شبه القانونية والتعميمات العارضة يناقشها آرثر باب في مقاله المضمن في هذه المختارات.

9.التفسير ودور النماذج

مفهوم همبل للتفسير العلمى رؤيه أخرى توضح التطبيق السائد للمنطق الرياضي على إشكاليات فلسفة العلم. التفسير عنده قد يكون استنباطيا أو إحصائيا، لكننا سوف نقتصر هنا على نقاش التفسير الاستنباطى. يقول همبل "ثمة قاسم مشترك بين حالات التفسير العلمي والتنبؤ العلمي بضربيه القبلي (أي قبل وقوع الحدث) والبعدي (أي بعد وقوعه) يتعين في

كونهـا تثبـت إمكان اشتقاق الحقيقة موضع الاعتبار من حقائق أخـرى نعبها عبر قوانين عامة محددة". هكذا يتم تفسير الجملة E (اسـتنباطيا) إذا وفقط إذا تم اشتقاقها من مجموعة من الجمل تشـتمل علـى (1) فئة L من القوانين العامة، و(2) فئة C من الجمل الواقعية التي تشير إلى "شروط ابتدائية". (لاحظ أن تحليل همـبل يرتهن بتحليل مسبق لمفهوم "القانون"، فالتفسير محتم أن يشتمل على قانون). وبالعكس، لو تم تفسير E عبر L و C، لتم التنبؤ (بعديا أو قبليا) بـE حال الحصول على L و C (والعكس بـالعكس). فمثلا، الجملة "الجسم الذي أضع في هذا السائل في الوقـت t (حيث نشير t إلى وقت ماض أو حاضر أو مستقبلي) تـذوب" تُفسَّر عبر اشتقاقها من (ويمكن التنبؤ بها قبليا أو بعديا وفق) (1) القانون العام "كل قطع السكر تذوب في الماء" و (2) جمـل الشروط الابتدائية، "الجسم الذي أضع في هذا السائل في الوقت t قطعة سكر"، و"السائل المعني ماء".

ثمـة اعتراضـات عديـدة وجهت ضد هذه الرؤية في التفسـير، حـتى حال قصرها على التفسير العلمي وعدم الزعم بكونها تحليلا عاما لمفهوم "التفسير". تنتمي معظم الانتقادات إلى

إحــدى الطوائــف الثلاث التالية: (1) اعتراضات ضد التماثلية المزعومة بين التفسير والتنبؤ[14]؛ (2) اعتراضات تقر أنه ليست كــل حالات الاستنباط من قوانين عامه وجمل الشروط الابتدائية تشكل تفسيرات (الواقع أن دوهيم يزعم أن النظريات الفيزيائية ليســت تفسيرات إطلاقا)؛ (3) اعتراضات مفادها أنه ليست كل حــالات التفسير حالات استنباط من قوانين عامة وجمل شروط ابتدائــية. ســوف نعتبر فحسب مثالا على هذا النمط الأخير من الاعتراضــات، أعنى المحاجة على وجود نوع من التفسير، يتم عبر "النماذج"، لا يمتثل لشروط همبل، على سواده في العلوم.

لا ريــب أن العلمــاء غالــبا ما يشيرون إلى تفسيرات "نماذجــية". مــثال ذلــك تفســير القوانين الكيميائية في النسب التركيبــية عبر النموذج الذري؛ تفسير توزيع الخطوط الطيفية

---

[14] معظــم أجــزاء كــتاب تولمــن "التكهــن والتنــبؤ" (Foresight and Prediction) عــبارة عــن هجوم ضد "الرؤية السيئة في التفسير" عبر أن تولمن، في المقالة التي يشتمل عليها هذه المحاورات، أكثر عناية بتطوير رؤيته الخاصة في التفسير إنــه يلفــت الانتــباه إلــى السـبل التي تحدد وفقها "مُثل النظام الطبيعي" ما يعد "عاديا" و"ظاهريــا" بحيث يستدعي تفسيرا "إن سبب أو تفسير الحدث يكون موضع تساؤل (أي يصبح الحدث ظاهرة) حين يبدو أنه ينحرف عن هذا المسار المعتاد"

عـــبر نمـــودج بوهـــر الكوكبى للذرة؛ تفسبر أىماط الحيود عبر الـــىموذج الموجى للضوء. ولكن هل تعد "التفسيرات" النماذجية تفســيرية حقــيقة؟ وهل تعد النماذج عناصر أساسية أصلا فى الــنظرية العلميه؟ يقر البعض، خصوصا دوهيم، أن النمادج لا تقـــوم إلا بوظيفه سيكولوجية فى العلم: إنها دعامات ذهنيه تفيد مـــنها العقــول الضـــعيفه فـــي محاولتها تجسيد مفاد المعادلات الرياضـــيه، التـــي تشكل جوهر العلم. إنها لا تعد "تفسيرية" إلا بمعـــنى أنهـــا تجعل مثل هذه العقول الضعيفة تشعر بالألفة مع رياضيات النظرية المحكمة، التي لا تشكل النماذج نسبه إليها أية أهمية. النماذج عند دوهيم ليست حتى وصفية، فالنموذج الذرى لا يمـــثل حقـــيقة مـــا يكمن خلف مشاهد الاتحاد الكيميائي. أما بالنسبة لتحليل النظريات العلمية بوصفها أنساقا اكسوماتيه مؤوله (انظـــر أعـــلاه، الجـــزء 7)، فإنه لا يذكر النماذج حتى مجرد الذكر؛ ويستطيع نصير ذلك التحليل أن يقر على نحو متسق أنه بصـــرف النظر عن القيمه التفسيرية الحقيقية التي ينطوي عليها الـــنموذج، فإنهـــا مســـتمدة من قبل المنطق والرياضيات التي يعكســـهما النموذج، وأن النموذج بوصفه صورة متخيلة للكيفية

التـــي تكـــون عليها الأشياء حفيفة، لا "يفسر" إلا بالمعنى الدي تعوزه الأهمية المتعلق بجعل الأشياء مألوفة.

ولكـــن هـــل تمثل هذه الرؤى بشكل صحيح الدور الدي قامـــت بـــه النماذج، وربما يتعين أن تقوم به، في تطور وبنية العلـــم؟ تعـــبر مقالــه ماري هس عن إحدى المحاولات العديده لطـــرح تقويم محكم لمختلف معاني كلمة "نموذج" وللمهام التي يقـــوم بها في العلم. لا ريب أن لنتائج مثل هذه التحليلات علاقة وثـــيقة لـــيس فحسب بسلامة الرؤية الهمبلية للتفسير، بل أيضا بســـلامة وجهة النظر التي تقر أن النظريات العلمية تعد أنساقا اكسوماتية مؤولة.

10.الاستقراء والبساطة

إذا تـــم قـــبول التمييز بين "النظري" و"الملاحظي" وتم توضـــيحه، سوف تستثار إشكاليات أخرى تختص بكيف تتعلق الحقائق الملاحظية على وجه الضبط بقابلية الجمل العلمية للقبول أو عـــدم قابليتها له[15]. غالبا ما يقال إن الشاهد الامبيريقي "يدل

[15] بخصـــوص هذه المسائل، ثمه مبادئ يمكن صياغتها ناظر إلى حد قريب المبدأيـــن الأوليين الخاصـــين بالعلاقـــات القائمـــة بين معاني الحدود النظرية والحدود

علـــى" (أو "يدحض") القوانين العلمية أو النظريات، كما يقال إن التدلـيل يتوقف على درجة الدعم التي تقدمها الشواهد. غير أن التأويل الدقيق لكلمة "تدليل"، وللشروط التي يؤثر الشاهد الجديد بمقتضـــاها في درجة التدليل، فضلا عن المدى الذي يمكن وفقه قياس هذه الدرجة كميا، مسائل أبعد ما تكون عن الحسم النهائي. وعلـــى وجـــه الخصوص، نسبة إلى مسألة ما إذا كان بالإمكان قـــياس درجة التدليل كميا، ينحو تحليل مفهوم "الاحتمال" صوب شـــغل مركز الصدارة، إذ يبدو لأول وهلة أن لنا أن نفترض أن الدرجة التي يتم وفقها التدليل على الفرض العلمي تشكل احتمال صـــدقه وفـــق الشـــواهد المـــتوفرة. مقالة كارناب تناقش هذه المواضـــيع، كمـــا تقترح تحليلات أخرى لمفهوم "الاحتمال" لا ترتـــبط بمفهـــوم "درجـــة التدليل"، بل تتعلق بما يسميه كارناب "الاحتمال$_2$" (مقالة كارناب، الجزء II).

ويذهـــب إلـــى أن الوظيفة المهمة التي تؤديها الحقائق الامبريقـــية نســـبة إلـــى القوانين والنظريات العلمية لا تتعلق

الملاحظـــية. يمكـــن أيضا أن يصاغ مبدأ (أو مجموعة من المبادئ التدليلة) بناظر المبدأ الثالث، غير أن هناك صعوبات خاصة يثيرها هذا الأمر

بالبدليل بل بالدحص. مفالة كوں نقد للرؤيتين التدليلية والدحضية في قبول نلك النظريات والقوانين، فضلا عن الرؤية الإجرائيه. أيضا ثمة من يرنئى (دوهيم وكون مثلا، راجع المختارات) أنه ليست هناك تجربه أو شاهد ملاحظي يعد "حاسما" في سياق دحض أية حمله علمية مفردة ــ فهناك باستمرار بدائل متعددة يمكن تبنيها في وحه الشواهد المضادة. يناظر هذا المذهب، المتعلق باستحاله التجارب الحاسمة نسبة إلى رفض أو دحض القوانين والنظريات، المذهب مفاده قابلية أية مجموعه من الحقائق الامبريقية لأن تفسر من قبل (أي يمكن أن تدل على) أكثر من نظرية أو قانون (وربما عدد لا متناه منها). تثير مثل هذه المذاهب إشكاليات أخرى؛ إذا كانت هناك أكثر من نظرية تلائم الحقائق (بحيث تدل عليها الحقائق بنفس القدر)، فكيف يتسنى التخير بينها؟ يركن أحد المقترحات المثيرة للجدل إلى اعتبارات "البساطه"، غير أن معنى "البساطة" الدقيق الذي يتعلق بعملية التخير مُشكل بدوره. مقالة رتشارد ردنر تلمح إلى عدد من مفاهيم "البساطة" المختلفة وإلى المشاكل التي تثيرها.

11.المنطق وتاريخ العلم

قمـــنا بمراجعة بعض الإشكاليات الأساسية التي تناقشها مختارانـــنا، ورأينا على وجه الخصوص كيف حاول المفكرون، الذين يقاربون فلسفة العلم عبر توظيف المنطق الرياضي بوصفه نموذجا وأداة للتحليل، معالجة تلك الإشكاليات. وقفنا أيضا على بعـــض الانـــتقادات التي تعرضت لها مذاهبهم. على ذلك شعر بعـــض الفلاسفة أن الصعوبات التي تواجهها تلك المذاهب تنفذ إلـــى أعماق أكثر غورا، كونها تنشأ عن استخدام مفرط لأفكار وتقنـــيات منطقـــية. ذلك أنه يبدو ممكنا، على سبيل المثال، أن وجهـــة النظر التي تقر كون النظريات العلميه أنساقا اكسومانية مؤولـــة قـــد أعمت أبصار أشياعها عن كثير من الوظائف التي تقـــوم بهـــا تلك النظريات وتؤديها مكوناتها. الحال أن المعالجة المنطقـــيه للعلـــم إنمـــا تقتصر على تحليل النظريات التي بلغت طورا متقدما من التطور تعين عليها بلوغه قبل أن تكون جاهزه لفعل الاكسمة، ما يعني أنه تم إغفال كثير من الأسباب الوجيهة التـــي نجـــم عـــنها ذلك الطور المتقدم. جزء من مسؤولية ذلك الإغفال تطال وجهة النظر ــ التي تمثل شعارا عند "الامبيريقية المنطقـــية" ــ والتي تقر أنه "ليس هناك منطق للاكتشاف". هذا

حكم صحيح وفق بعض الدلالات، إذ ليس بمقدورنا أن نستعيض بالمنطق عن العبقرية. غير أنه من غير المرجح أننا لن نفيد، في محاولتنا فهم ماهية العلم ووظائفه، من دراسة العمليات التي يتم عبرها اختبار النظريات والقوانين العلمية وتنقيحها إلى أن تبلغ الطور الذي تشرع عنده الامبيريقية المنطقية في معالجتها. إن هذا يفسر اهتمام كتاب من أمثال ماري هس، وكون، وتولمن (وقبلهم دوهيم بوقت طويل) بتاريخ العلم. ذلك أنه من المتوقع أن تقوم دراسة ذلك التاريخ ليس فقط بكشف النقاب عن أسباب سيكولوجية وسوسيولوجية "تعوزها الأهمية"، بل قد تنجح أيضا في إماطة اللثام عن أسباب وجيهة تتعلق بالتطور العلمي.

مره أخرى، حتى النظريات العلمية التي حققت قدرا كبيرا من التطور وشكلت موضع عناية النهج الاكسوماتي قد يساء تناولها حين ينظر إليها بوصفها مجرد أنساق اكسومانية مؤولة. ذلك أن المناطقة يتعاملون مع النظريات العلمية ومكوناتها على اعتبار أنها ستاتيكية جامدة ومؤولة في أطر منطقية. غير أنه قد تكون هناك وظائف أكثر "ديناميكية" ينزع ذلك النهج نحو التغاضي عنها. هكذا تقترح هس أن النماذج

نوظــف عبر التطور التاريحى للعلم بحيث تقترح للعلماء سبلا جديــدة للبحث، كما يزعم نولمن وكون أن "مُثل النظام الطبيعي" أو "النمادج المثلى" تقوم بدور ليس فقط في تحديد نوع المساكل النــي نســتنر اهتمام العلماء، بل حنى في تحديد معايير لحلها ولطبيعة الحقائق الني يداولها العلم.

الأسوأ من ذلك، وفق رؤية أولئك النقاد، حنى حين يقوم الــنهج الاكسوماتي بلفت الانتباه إلى بعض العلاقات القائمة بين النظريات العلمية ومكوناتها، قد يكون قام بطرح صورة مشوهة عــن طبــيعه تلك الإنجازات. هكذا يقر كون، في معرض نقده للــرؤى الإجرائــية، والتحققــية، والدحضية، في قبول ورفض الــنظرية العلمية، أنها أساءت تأويل الدور الذي تقوم به الحقيقة التجريبــية فــي العلم. في الآونة الأخيرة، شرع بعض أنصار النهج "الامبيريقي المنطقى" في الاعتراف بأن معالجتهم للنظرية العلمية مجرد وصف لأوضاع "مثالية"؛ بيد أن هذا يتضمن فيما يــبدو إقــرارا مفاده أن ما نحتاجه هو فحص الفروق التي تميز الــنظريات العلمية عن الأنساق المؤولة، فضلا عن السبل التى أثر بها إغفال تلك **الفروق** بشكل سلبي في بعض تأويلات العلم.

لقد شعر عدد كبير من النقاد بأن التركيز على الجوانب المنطقيــة قد جعل كثيرا من النقاشات الامبيريقية المنطقية تبدو غريبــة عــن العلــم. الصفحات تلو الأخرى قد تهدر دون ذكر وجهــات نظر علمية، (إذا لا يفترض أن أولئك الفلاسفة معنيون أساســا بأيــة وجهات نظر علمية فعلية)، وحين يأتي ذكرها في نهاية المطاف، فإنها تسرد بوصفها أمثلة توضح، وفق ما يستبان مــن الــنقاش، نــتائج تــم الخلاص إليها عبر براهين المنطق الرياضــي الاصــطلاحية الصــرفة، عوضا عن فحص حالات علمية عينية. لا غرو إذن أن تكون تلك النقاشات موضع ريبة. هكذا تنامى استشعار الحاجة إلى فحص أكثر دقة للتطور العلمي والممارســة العلمــية الفعليين، وللمهام التي تقوم بها الحدود والجمل عبر استخدامها الواقعي في العلم، وللجوانب التي تتغير فــيها تلك الوظائف أو تبقى على حالها إبان تطور هذا النشاط. إن هــذا إنمــا يعنــي عودة إلى فحص "محتوى" العلم، ومعاينة السبل التي يكون فيها استخدام حدود من قبيل "المكان"، والزمان والتفســير والســبب"، و"القــانون"، التي تستعمل في النظريات العلمــية أو فــي الحديــث عنها، متشابها أو مختلفا في سياقات

محتملة، فضلا عن التعرف على الكيفية التي تتشابه وفقها تلك الاستخدامات، أو تختلف، مع استخدامات الحدود المناظرة في سياقات (غير علمية) أكثر عادية[16].

ومن المؤكد أنه حتى إذا اتضحت صحة هذه الافتراضات، فإنه يتوجب ألا نعتبر نصحا بالتخلي كلية عن مشاكل ومناهج ونتائج النهج الامبيريقي المنطقي بوصفها عديمة الجدوى. لقد تمكن أولئك الفلاسفة، كما أوضحنا، من جعل الكثير من القضايا دقيقة إلى حد ملفت للنظر، كما أنه يصعب العثور على بدائل واعدة لتأويلاتهم. ليس ثمة ضمان يكفل التخلص من كل الصعوبات التي واجهتهم، أو من أي منها، عبر تجاوز استخدام التقنيات المنطقية بالطرق سالفة الذكر. بيد أن ثمة آمالا أكبر تنعقد على اقتدار مثل هذه المناهج الجديدة

[16] يتوجب ألا نفترض أن فلسفة العلم في القرن العشرين، حتى ضمن الموروث الامبريقي المنطقي، لم تعرف مثل هذا النوع من الفحص ثمة جدل نصف عادة بأنه "فلسفي" أثير فيما يتعلق بقضايا "المحتوى" ـ مناهج ونتائج علوم خاصة (مثل النسبية، ميكانيكا الكم، والتحليل النفسي) غير أن هذا الجدل كان يسيطر عليه نهج يركز على التحليل المنطقي وينحو صوب إغفال التطور التاريخي

والأكثر رحابة على الكشف على أقل تقدير عن سمات يسم بها العلم يبدو أن المعالجة المنطقية قد عملت على التغاضي عنها.

الجزء الأول

مقاربات منطقية

مأزق المنظِّر: دراسة في منطق تشكيل النظرية[17]

كارل همبل

درس كارل ج همبل في جوتنجن، هايدلبرج، فينا، وبرلين، حيث حصل على درجة الدكتوراه عام 1934. قام بالتدريس في شيكاغو، كلية المدينة في نيويورك، كلية الملكات، ييل، وهارفارد، وهو الآن أستاذ كرسي ستوارت للفلسفة في جامعة برنستون. من ضمن أهم أعماله نذكر

[17] From Carl G Hempel, 'The Theoretical Dilemma" in Minnesota Studies in the Philosophy of Science, Vol III, edited by H Feigl Michael Scriven, and Grover Maxwell, pp 37-47, 67-78, 87 University of Minnesola press Copyright 1958 by the University of Minnesota

"أسس سكنل المفاهيم فى العلم الامبريقي"، دراسات في منطق التدليل"، التفسير الناموسي_الاستنباطي في مقابل التفسير الإحصائي"،كما قام صحبه بول اوبنهايم) بـتأليف مبحث تحت عنوان "دراسات في منطق التفسير".

Fundamentals of Concept Formation in Empirical Science,, "Studies in the Logic of Confirmation" (Mind, 1945), "Deductive-Nomological vs Statistical Explanation" (Minnesota Studies in the Philosophy of Science, Vol III, edited by H Feigl and G Maxwell), and (with Paul Oppenheim) "Studies in the Logic of Explanation") Philosophy of Science, 1948)

1.الأنسقة الاستنباطية والأنسقة الاستقرائية

ثمة قاسم مشترك بين حالات التفسير العلمي والتنبؤ العلمي (بضربيه القبلي والبعدي) يتعين في كونها تثبت إمكان اشتقاق الحقيقة موضع الاعتبار من حقائق أخرى بعينها عبر قوانين عامة محددة. في أبسط الحالات يمكن صياغة هذا النوع من البرهنة بوصفه استدلالا استنباطيا على النحو التالى:

$$\begin{array}{l} C_1,C_2 \ldots C_k \\ L_1,L_2 \ldots L_r \\ \hline \quad E \end{array}$$

حيث $C_1,C_2...C_k$ جمل تقر وقائع بعينها (مواضع ورحوم أجسام سـماوية بعينها في وقت محدد مثلا)، و $L_1,L_2...L_r$ قوانين عامة (مـثل قوانين الميكانيكا النيوتونية)، وأخيرا، E جمله تقر ما يتم تفسـيره أو التنبؤ به قبليا أو بعديا. وبالطبع، فإن هذا البرهان لا يحقق غايته المقصودة إلا إذا كانت نتيجته E مستلزمة استنباطيا من المقدمات

سوف نستخدم التعبير السائد "أنسقة (استنباطية)" للإشارة إلـى هـذه الأنماط الثلاثة من الإجراءات العلمية. بكلمات أدق، سـوف نسـتعمل هـذا التعبـير للإشارة إلى أي برهان يتخذ الصـياغة (1.1) ويستوفي الشروط الآنفة الذكر، بصرف النظر عما إذا كان وظف في التفسير أو التنبؤ القبلي أو البعدي. أيضا سوف نستخدمه للإشارة إلى الإجراء المتعلق بإثبات براهين من النوع الذي يتخذ تلك الصياغة.

لـم نعـن حـتى الآن إلا بحـالات التفسـير والتنـبؤ والإجـراءات التـي يمكن اعتبارها براهين استنباطية. غير أن هـناك حـالات كثـيرة للتفسـير والتنـبؤ لا تنتمي إلى النمط الاستنباطي بمعناه الدقيق. فمثلا، حين يصاب جوني بالحصباء،

قـد تفسـر إصابته بالإشارة إلى أنه أخذ عدواها من أخته التي شـفيت لتوها منها. الوقائع الابتدائية الخاصة بهذا السياق تتعين فـي تعرض جوني لذلك المرض، فضلا عن كونه، فيما سوف نفـترض، لـم يصب بالحصباء في أي وقت مضى. بيد أننا لا نسـتطيع، لربط تينك الحقيقتين بالحقيقة المراد تفسيرها، طرح قـانون عام مفاده أن الحصباء تنتقل بشكل ثابت، في الظروف التي تم تحديدها، إلى الشخص الذي يتعرض لها. الواقع أن مبلغ ما يتسنى لنا تقريره هو كون احتمال انتقالها عاليا (وفق المعنى المـراد مـن التكرار الإحصائي). وكذا الشأن نسبة إلى التنبؤ (بنوعيه) بحدوث إصابة بذلك المرض

تختلف هذه التفسيرات والتنبؤات عن سالفتها في أمرين مهمين: القوانيـن المسـتثارة تنتمي إلى نمط مخالف، والجمل المقصـود إثباتها ليست مستلزمة استنباطيا من الجمل التفسيرية المطروحة. سوف نعنى بهذين الأمرين على نحو أكثر تفصيلا.

القوانين المشار إليها فيما يخص الصياغة (1.1)، قوانين الميكانـيكا النيوتونية على سبيل المثال، تتخذ **شكلا كليا** أو تعد **جمـلا كلـية بالمعنى الدقيق**. الجملة منها إقرار، قد يصدق أو

يبطل، مفاده أن كل الحالات التي تستوفى شروطا محددة بعينها سوف تختص دون استثناء بخصائص أخرى

كـــي نختصـــر النقاش، نقول إن الجملة الكلية تتخذ فى أبســط صورها الصياغة "كل حالات P حالات لــ Q"، في حين نــتحد الجملة الإحصائية الاحتمالية في أبسط صورها الصياغة "احــتمال أن تكــون كل حالات P حالات لـــ Q هو r". وبينما تســتلزم الأولى إقرارا يتعلق بكل حالة من حالات P، مفاده أنها حالــة مــن حـــالات Q، فإن الثانية لا تستلزم إقرارا حول كل حـــالات P، بـــل إنهـــا لا تستلزم حتى إقرار بخصوص أية فئة متناهية من تلك الحالات. الخاصية المميزة الثانية تلزم عن هذا الوضـــع. الجملـــة E التي تصف حدثا بشكل موضعا للتفسير أو التنـــبؤ (مـــثال إصابة جوني بالحصباء) ليست قابلة لأن تستنبط استنباطيا من الجمل التفسيرية المطروحة (مثال تعرض جوني للحصباء وعدم تعرضه مسبقا لها، والقانون الذي يقر أن احتمال إصابة من لم تسبق له الإصابة بهذا المرض هو 0.92). عوضا عـــن ذلـــك، وعلى افتراض صدق الجمل التفسيرية المطروحة، فإن ما يمكن اشتقاقه هو أنه من المرجح أن تصدق E، رغم أن

صدقها ليس يقينيا. لهذا السبب لا يعد هذا البرهان استنباطيا بل استقرائيا. إنه يستدعي قبول E تأسيسا على حمل أخرى لا تشكل ســوى أساس جزئي، رغم أنها تشكل دعما قويا، لصحتها. مثل هــذا البرهان، بصرف النظر عن الغاية من استخدامه (تفسيريه كانــت أم تنبئية أو خلاف ذلك) يسمى **أنسقة استقرائية**. وعلى وجه الخصوص، سوف نفترض بخصوص مثل هذه الأنسقة أن النتــيجه لا تلزم منطقيا من المقدمات. وعلى نحو مماثل، سوف نســتخدم هذا التعبير للإشارة إلى الإجراء المتعلق بدعم براهين من هذا القبيل

ثمــة قاسم مشترك بين كل حالات الأنسقة العلمية سالفة الذكــر، يتعيــن في كونها تستخدم قوانين أو مبادئ عامة ذات صياغة كلية أو إحصائية. توظف هذه القوانين في تعزيز روابط منــتظمة بيــن حقــائق امبيريقــية يسنى عبرها اشتقاق بعض الحــوادث الامبيريقــية، بغــية التفسير أو التنبؤ، من مثل تلك الحقائق. حين نقر في معرض التفسير أن الحدث الذي تصفه E "يســبب" توفر الظروف التي تفصل $C_1,C_2...C_k$ في أمرها، فإن هذه العبارة تحتاز على أهمية طالما أُولت على اعتبار أنها تشير

إلـــى قوانيـــن عامـــة تجعل $C_1,C_2...C_k$ متعلقة بـــ E، بمعنى أن $C_1,C_2...C_k$ (علـــى فـــرض صـــحتها) تحـــتم يقيـــنا صـــدق E (كمـــا في حال الأنسقة الاستنباطية) أو تجعله محتملا استقرائيا (كمـــا هو الحال في الأنسقة الاستقرائية). هذا على وجه الضبط مـــا يجعـــل عملـــية تعزيـــز قوانين عامة أمرا مهما في العلوم الامبيريقية.

2.الكينونات الملاحظية والكينونات النظرية

تستهدف الأنسقة العلمية في نهاية المطاف دعم الانتظام التفسيـــري والتنبئـــي ضمن معطيات الخبرة الغاية في التعقيد، ايالظواهـــر التي يمكن "ملاحظتها" مباشرة من قبلنا. لذا فإنه من الملفت للنظر أن التقدم الهائل الذي تم إحرازه في الأنسقة العلمية لـــم ينجز عبر قوانين تشير صراحة إلى ما **يمكن ملاحظته**، أي إلى أشياء احداث يمكن التحقق منها عبر الملاحظة المباشرة، بل عبر قوانين تتحدث عن مختلف **الكينونات الفرضية** أو **النظرية**، أي أشياء وحوادث وخصائص مفترضة لا يمكن لنا إدراكها أو ملاحظتها بطريقة مباشرة أو بأية طريقة أخرى.

للتفصـــيل في هذا الأمر، من المفيد أن نشير إلى تمييز نألفه بين مستويين من مستويات الأنسقة العلمية، مستوى **التعميم الامبيريقـــي**، ومســـتوى تشكيل النظرية. عادة ما تنتمي مراحل تطـــور المجال العلمي المبكرة إلى المستوى الأول، الذي يتميز بالبحـــث عـــن قوانيـــن كلية أو احتمالية تدعم قيام روابط بين الجوانـــب الملاحظة مباشرة من موضوع الدراسة. أما المراحل الأكـــثر تطـــورا فتنتمي إلى المستوى الثاني، حيث يبتغي البحث الحصـــول علـــى قوانين شمولية، عبر كينونات فرضية، تفسر الـــتواترات التي سلف دعمها في المستوى الأول. في المستوى الأول نجـــد تعميمات مادية يومية من قبيل "حينما يوجد ضوء، ثمة حرارة"، "يصدأ النحاس في الهواء الرطب"، و"يطفو الخشب فـــوق المـــاء ويغـــوص الـــنحاس فيه"؛ لكننا قد نعزو إلى هذا المســـتوى قوانين كمية أكثر دقة من قبيل قوانين جاليلو، وكبلر، وهـــوك، وسنيل، فضلا عن تعميمات تتعلق بالحيوان أو النبات تختص بارتباطات ملازمة لخصائص تشريحية ومادية ووظيفية وخلافهـــا تستبان في الفصيلة موضع البحث؛ كما نجد تعميمات فـــي علم النفس تقر ارتباطات بين جوانب ملاحظية مختلفة من

عمليات التعلم والإدراك وغيرها وتعميمات وصفية مختلفة في علوم الاقتصاد والاجتماع والإنسان وكل هذه التعميمات سواء اكانت كلية أم إحصائية تستهدف التعبير عن ارتباطات منتظمة بين الظواهر الملاحظة مباشرة، بحيث تكون مهيأة للتوظيف التفسيري والتنبئى.

في المستوى الثاني نصادف جملا عامه تشير إلى مجالات كهربية أو مغناطيسة أو جاذبية، وأخرى تشير إلى الجزيئات والذرات ومختلف الحسيمات دون الذرية، فضلا عن الأنا، الإد، الأنا الأعلى، الليبدو، التسامي، التثبيت، التحويل، أو تسير إلى مختلف الكينونات غير القابلة للملاحظة التي تثار في نظربات التعلم الحديثة.

سوف نفترض وفق هذا التمييز أن مفردات العلم الطبيعي (ما بعد المنطقية) تنقسم إلى فئتين: **حدود ملاحظية وأخرى نظرية**. في حالة الحد الملاحظي، يمكن في ظروف مناسبة أن نقرر وفق الملاحظة المباشرة ما إدا كان يسري على موقف بعينه. بالمقدور تفسير الملاحظة هنا بشكل واسع بحيث لا تشتمل فحسب على الإدراك بل تتضمن أيضا الإحساس

والاســبطان. ولنا أيضا فصرها على إدراك ما يمكن من حبث المــبدأ النحفق منه علنيا، بحيث يكون قابلا لأن يدرك بواسطة الآحرين. عبر أن النفاش التالي لن يرتهن بسعة المدى الدي يتم عبره تأويل الملاحظة

فــي المفابل، عادة ما تستهدف الحدود النظرية الإشارة إلى كينونات عير قابلة لأن تلحظ مباشرة، وهي توظف نطريفة ســوف نناقشــها فــي النظرياب العلمية التي تعمل على تفسير تعميمات اميريفية.

بيّن أن تحديد ذينك النوعين من المفردات يظل غامضا، كونه لا يطرح معيارا دقيقا يمكن عبره حسم أو تصنيف كل حد علمــي بوصــفه ملاحظيا أو نظريا. بيد أنه لا مدعاة لمنل هدا المعــيار الدفــيق، فالمســائل البي نفحصها في هذه الدراسة لا تــتوقف علــى الموضــع الذي يتم فيه على وجه الضبط رسم الحدود الفاصلة بين الحدود الملاحظية والمفردات النظرية..

3.ما الحاجة إلى حدود نظرية؟

يثير اسنخدام الحدود النطرية في العلم إشكالية معقدة: ما الــدي يجعل العلم يركن إلى كينونات فرضية طالما أنه معني

تدعـــم ارتباطات تنبئية وتفسيرية بين أشياء قابلة للملاحظة؟ أما كـــان يكفي لتحقيق مقاصد العلم أن نبحث عن نسق من القوانين العامـــة لا يأتـــي على ذكر سوى ما يمكن ملاحظته، بحيث يتم التعبـــير عنه بمفردات ملاحظية صرفة؟ أليس في هذا نوع من الاقتصاد؟

الواقع أنه تمت صياغة الكثير من الجمل العامة عبر ما يمكن ملاحظته، وهي تشكل التعميمات الامبيريقية سالفة الذكر. بـــيد أن المحـــير هو أن كثيرا منها، إن لم تكن كلها، تعاني من قصور محدد: فعادة ما يكون مجال التطبيق ضيقا نسبيا، وحتى ضمن هذا المجال الضيق، ثمة استثناءات تواجهها، ما يعني أنها ليســـت جملا عامة صادقة. اعتبر مثلا واحدا من أمثلتنا السابقة على التعميم الامبيريقي:

(3.1) يطفو الخشب فوق الماء ويغوص النحاس فيه.

مجـــال هـــذا الجملـــة ضيق، كونها تشير فحسب إلى الأجسام الخشبية والنحاسية ولا تعنى إلا بسلوكها الطفوي نسبة إلى الماء وحـــده. الأهـــم مـــن ذلك هو أن لها استثناءات، فثمة أنواع من

الخشـــب تغـــوص في الماء، كما أن النحاس المجوف ذا الأبعاد المناسبة يطفو على الماء.

يوضـــح تاريخ العلم أنه غالبا ما يكون بالمقدور إصلاح مثل هذا الخلل بأن تعزى إلى الظواهر موضع الدراسة مكونات أو حصائص، ترتبط بطرق محددة بجوانب من موضوع البحث يمكـــن ملاحظـــتها، ويمكـــن من دعم ارتباطات نسقية بين هذه الجوانب. كمثال، نسلم بإمعانه في التبسيط، اعتبر الجملة (3.1). يمكـــن الحصول على تعميم أفضل عبر مفهوم ثقل الجسم (x) النوعي القابل للتعريف بوصفه حاصل قسمة وزنه على حجمه:

$$(3.2) \quad s(x) = w(x) / v(x).$$

دعونا نفترض أنه قد تم تحديد كل من w,v إجرائيا، أي عبر نتاجات ملاحظية ناجمة عن القيام بإجراءات قياسية محددة، بحيث يعدان ضمن الأشياء القابلة للملاحظة. هكذا يمكن اعتبار (s)، وفـــق تحديد (3.2)، خاصية أقل قابلية للملاحظة المباشرة. (s)، وبغية الحصول على مثال توضيحي بسيط، سوف نصنف(s) باعتـــبارها كيـــنونة فرضيه، ونسبة إليها نستطيع إقرار التعميم التالي الذي يعد نتيجة لازمة عن مبدأ أرشميدس:

(3.3) يطفو الجسم فوق السائل إذا كان ثقله النوعي أقل من ثقل السائل النوعي.

تتجنب هذه الجملة كل الاستثناءات التي تدحض (3.1)، فهـي تتنبأ بشكل صحيح بسلوك قطع الخشب الثقيلة والكرات النحاسية المجوفة. فضلا عن ذلك، فإن مجالها أوسع، كونها تشير إلى كل أنواع الأجسام الصلبة وتعنى بسلوكها الطفوي نسبة إلى كل السوائل. غير أن هذا التعميم الجديد يعاني من بعض القصور، ما يستدعي المزيد من التعديل. ولكن عوضا عن مواصلة هذا الأمر، دعونا نفحص بشكل أدق الطريقة التي يتم عبرها الحصول على ربط نسقي ضمن الأشياء الملاحظية، في مثالنا عبر القانون (3.3) الذي يتضمن أخذ سبيل غير مباشرة (عطفه) تمر بمجال ما لا يقبل الملاحظة.

هبنا وددنا التنبؤ بما إذا كان جسم بعينه b سوف يطفو فوق السائل l. يتعين بداية التحقق إجرائيا من وزنهما وحجمهما. هبنا أيضا قد عبرنا عن هذه القياسات بالجمل الأربع التالية:

$$(3.4)\quad \begin{array}{ll} O_1 & w(b) = w_1 \\ O_2 & v(b) = v_1 \\ O_3 & w(l) = w_2 \\ O_4 & v(l) = v_2 \end{array}$$

حيــث w_1,w_2,v_1,v_2 أعــداد حقيقــية إيجابية بعينها. نستطيع وفق الــتعريف (3.2) أن نشتق من (3.4) الثقل النوعي الخاص بكل من b,l:

$$(3.5) \quad s(b) = w_1 / v_1$$
$$s(l) = w_2 / v_2$$

هــب أن القــيمة الأولى أصغر من الثانية، ما يعني أن (3.4) تســتلزم عبر (3.5) الجملة (3.6) التي تقر أن s(b) أصغر من s(l). باســتخدام القانون (3.3) نستطيع الآن اشتقاق (3.7) التي تقر أن b تطفو على سطحl. سوف نرمز إلى هذه الجملة الأخيرة بالرمز O_5. هكذا يتضح أن يتم التعبير عن الجمل $O_1 _ O_5$ بحدود تنتمــي فحســب إلــى مفردات ملاحظية. ذلك أن 'v', 'w'، كما افترضــنا، حدود ملاحظية، وكذا شأن 'b','l' اللتين تشيران إلى أجســام يمكــن ملاحظتها. وأخيرا، فإن التعبير "يطفو فوق" حد ملاحظي أو بالمقدور أن نلحظ مباشرة في الظروف المناسبة ما إذا كــان الجســم الملاحظ المعطى يطفو فوق سائل ملاحظي معطى آخر. في المقابل، فإن الجمل (3.2)، (3.3)، (3.5)، و(3.6) تشتمل على حدود تنتمي في مثالنا إلى المفردات النظرية.

الـــتحويلات المنطمة من "المعطيات الملاحظية" الواردة فـــي (3.4) إلى التنبؤ (3.7) بظاهرة يمكن ملاحظتها مبنة في الشكل التالي:

$$
\begin{array}{llll}
O_1 & & & \\
 & \rightarrow \ s(b) = v_1/w_1 & & \\
O_2 & & & \\
 & & \rightarrow & s(b) \square s(l) \rightarrow O_5 \\
O_3 & & & \\
 & \rightarrow \ s(l) = v_2/w_2 & & \\
O_4 & & &
\end{array}
$$

التنبؤ عبر ما يمكن ملاحظته	ارتباط منتظم يتم عبر حمل تشير إلى ما لا يقبل الملاحظة	المعطيات موصوفة عبر ما يمكن ملاحظته

(الأســـهم فى هذا الشكل تمثل استدلالات استنباطية. حين يشار فوق السهم إلى جملة ما، فهذا يعني أن الاستنباط يتم عبرها، أي أن النتيجة الواردة على اليمين تلزم منطقيا عن المقدمات الواردة علـــى الشمال موصولة بالجملة المذكورة فوق السهم.) لاحظ أن الـــبرهان المطروح يوضح الصياغة (1.1)، حيث $O_1_O_4$ جمل خاصـــة بحقائق بعينها، وحيث تقر (3.2) و(3.3) قوانين عامة،

في حين تقر O_5 الجملة E المراد تفسيرها أو التنبؤ بها. على هدا النحو يوظف افتراض كينونات لا ملاحظية في تحقيق غاية الأنسقة. إنه يوفر ارتباطات بين ما يمكن ملاحظته في شكل قوانين تشتمل على حدود نظرية، وهذه العطفة التي تمر عبر كينونات فرضية تحقق غايات إيجابية سلف ذكرها.

غير أن قليلا من إعمال الفكر يبين أن الكسب الذي تم تحقيقه بتلك العطفة يمكن تحقيقه دون ركون إلى استعمال أي حد نظري. الواقع أنه بالمقدور باستخدام التعريف (3.2) إعادة صياغة القانون (3.3) على النحو التالي:

(37) يطفو الجسم الصلب فوق السائل إدا كان ناتج قسمة وزنه على حجمه أقل من الناتج المناظر نسبة إلى السائل.

إن هذا البديل يظل يحافظ على المميزات التي اكتشفناها في (3.3)، والتي جعلتنا نفضلها على التعميم الفج (3.1). وبالطبع، فإنه يسمح بالانتقال الاستنباطي من $O_1_O_4$ إلى O_5 بقدر ما تسمح به (3.3) حال وصلها مع (3.2).

من شأن هذا أن يثير السؤال ما إدا كانت الأنسقة، تحققها مبادئ عامة تتضمن ضرورة حدودا نظرية، قابلة

باســتمرار لأن تستنسخ عبر جمل عامة معبر عنها كلية بحدود ملاحظــيه. للإعــداد لفحــص هذه الإشكالية المهمة، يتعين أن نقــترب أكثر من شكل النظرية العلمية والوظائف التى تسهم في أدائها.

4.بنية النظرية العلمية وتأويلها

مــن منظور صوري، يمكن اعتبار النظرية العلمية فئة مــن الجمــل التــي يعبر عنها بمفردات محددة. فالمفردات V_T الخاصــة بالنظريه T حدود ما بعد منطقية، بمعنى أنها لا تنتمى إلى مفردات المنطق البحت. عادة ما يتم تعريف بعض حدود V عــبر حــدود أخرى تنتمى إليها، غير أن هذا، درءا للوقوع في حلقــة مفــرغة، لا يســري على كل حدودها. هكذا نستطيع أن نفــترض أن V مقسمة إلى جزأين، **حدود أولية** لا تعريف لها، **وحــدود معرّفة**. وعلى نحو مماثل، يمكن اشتقاق كثير من جمل الــنظرية من الجمل أخرى باستخدام مبادئ المنطق الاستنباطي (فضــلا عن تعاريف الحدود المعرّفة)، لكن هذا لا يسري على كــل جمل النظرية، وإلا لوقعنا في حلقة مفرغة أو متراجعة لا متناهــية. يمكــن إذن تقســيم الجمــل التي تقرها T إلى فئتين

جزئيتيــن، **الجمــل الأولــية** (المصادرات أو المبادئ) **والجمل المشــتقة** (أو المبرهنات). سوف نفترض أن النظريات تصاغ فــي شكل أنساق اكسومانية توصف هنا عبر قائمة تتكون بدايه مــن الحدود الأولية والحدود المشتقة وتعاريف الحدود المشتقة، ثــم المصادرات. أيضا سوف نفترض أن النظرية تصاغ ضمن إطــار إســنادي لغــوي ذي بنية منطقية بعينها تقوم على وجه الخصوص بتحديد قواعد الاستدلال الاستنباطي

مــا أن يتم تحديد الحدود الأولية والمصادرات الخاصه بالنســق الاكسوماتي، حتى يتسنى إثبات المبرهنات (أي اشتقاق جمل أخرى من الجمل الأولية) عبر قوانين المنطق الاستنباطي الصــورية الصــرفة، دون إشــارة إلى معاني الحدود والجمل المســتخدمة. الواقــع أنــه لا حاجة لتحديد معاني تعبيرات هذا النسق، أولية كانت أم مشتقة.

غــير أنــه لا سبيل لتوظيف النسق الاستنباطي بوصفه نظــرية في العلم الطبيعي ما لم يتم **تأويله** بالإشارة إلى ظواهر امبيريقــية. لنا أن ننظر إلى مثل هذا التأويل على اعتبار أنه يتم عبر تحديد مجموعة من **الجمل التأويلية** التي تربط حدودا بعينها

مـــن المعـــردات النظرية بحدود ملاحظيه. سوف نقوم بفحص حصـــائص هذه الجمل بالتفصيل في الأجزاء التالية، وحسبنا هنا أن نشير كمثال إلى أنه بمقدور الجمل التأويلية أن تتحذ صياغة مـــا يعـــرف بالتعاربف الإجرائية، أي الجمل التي تحدد معاني الحـــدود الـــنظربة بمســـاعدة حـــدود ملاحظية. من ضمن هذه الـــتعاربف قواعـــد تحـــتاز على أهمية خاصة توظف في قياس المفاديـــر النظرية، وذلك بالإشارة إلى اسحابات ملاحظية تقوم بعرضها أدوات قياسية أو مؤشرات أخرى

5. مأزق المنظر :

يثـــير هذا التصور لوظيفة النظرية ذات الإشكالية التي ســـبق أن واجهنا في الجزء الثالث، عنيت ما إذا كان بالمقدور تجنـــب العطفـــة الـــنظرية التي تمر عبر مجال أشياء وحوادث وخصائص لا تلحظ مباشرة. هب مثلا، وكما يحدث في الغالب، أن الجمـــل التأويلـــية والقوانين التي تقرها النظرية مصاغة في شـــكل معـــادلات تـــربط تعـــبيرات بعينها، عبر مفادير نظرية، بتعبيرات أخرى من ذات القبيل أو بتعبيرات تصاغ عبر مقادير ملاحظـــية. هـــنا نســـتطيع أن نعبر عن الإشكالية بطريقة هلّ

المحــــنزلة: "إذا اســـتطعت تأمبـــن ربط معادلي يمتد نطاقه من الظروف الملاحظية الابتدائية عبر الطروف الملاحظية اللاحقة، فلماذا نقوم، رغم أنه لا ضرر مؤكدا ينجم عن قيامنا، باستخدام عدة معادلات طالما أن معادلة واحدة تكفي؟".[18]

يمكـــن وصـــف النتيجة التي نخلص إليها هذه المحاجة **بمفارقـــة التنظير**. إنها نقر أنه إذا كانت الحدود والمبادئ العامة المـــتعلقة بالـــنظرية تـــؤدي مقاصـــدها، بحيث تنجح في دعم ارتـــباطات محددة الظواهر الملاحظية، فإنه بالمقدور الاستغناء عـــنها، إذ سوف يكون بالإمكان الاستعاضة عن أية سلسلة من القوانيـــن والجمـــل التأويلية التي تدعم هذه الارتباطات بقانون يـــربط مباشـــرة بيـــن الظروف الملاحظية الابتدائية بالظروف الملاحظية اللاحقة.

بإضـــافة جملتين صادقتين بداهة إلى هذا المبدأ الحاسم، نحصـــل علـــى محاجة تتخذ شكل المأزق (أو برهان المعضلة) التقليدي:

---

[18] C L Hull, "The Problem of Intervening Variables in Molar Behavior Theory", *Psychological Review*, Vol 50 (1943), p 284 Reprinted in M H Marx (ed), *Psychological Theory* The Macmillan Company, N Y , 1951

(5.1) إذا كانــت حدود ومبادئ النظرية تحقق أهدافها، فهــي كما أوضحنا ليست ضرورية، وإذا عجزت عن ذلك، فلا ريــب أنها ليست ضرورية أيضا. لكن حدود ومبادئ أية نظرية إما تحقق أهدافها أو تعجز عن تحقيقها، ولذا فإن حدود ومبادئ أية نظرية ليست ضرورية.

ســوف نســمي هــذه المحاجة، التي تتسق نتيجتها مع مذهب السلوكية المنهجية المتشددة في علم النفس، بمأزق المنظّر

قــبل أن نشرع في الارتياح أو التأسي على نتيجه تلك المحاجــة، مــن المفــيد أن نتذكر أن الاعتبارات المقدمة لدعم مقدمتها الحاسمة قد طرحت بطريقة إجمالية، ما يعني أن تشكيل حكم أكثر حرصا بخصوص هذه المسألة يستدعي البحث فيما إذا كان بالمقدور التفصيل في هذا المخطط الإجمالي بطريقة تفضى إلــى محاجــة مقنعة. هذه هي المهمة التي نضطلع بأمرها في الجزء التالي.

6.التعاريف الإجرائية وجمل الرد

مــن المفــيد أن نبدأ بفحص أكثر دقة لخصائص الجمل التأويلية. في أبسط الحالات، تتخذ الجملة التأويلية شكل تعريف

صـــريح لتعسر نطرى ينم باسىحدام تعبيرات ملاحظية، كما هو موضـــح فـــي (3.2). هـــدا يكون الحد النظري غبر صروري بالمعـــى التام الدى نقر إمكان نحنبه فى صالح نعببر ملاحظي، الـــدي بشـــكل المعـــرّف. إدا تم نعريف كل أوليات T على هدا الـــنحو، أمكـــن بالطـــبع صياغة T كلية عىر حدود ملاحطية، وســـوف تكـــون مبادئها العامه قوانين نربط بشكل مباشر أشياء ملاحظيه بأخرى ملاحظيه.

يصـــدق هذا خصوصا على أية نظرية تسوفى معايير النزعة الإحرائيه بالمعنى الضيق الذي يقر أن كل حد من حدود الـــنظرية إنمـــا بطـــرح عـــىر نعريف صريح يحدد اسىحابات ملاحظـــيه بعـــد بوفـــرها سرطا ضروريا وكافيا، فى ظروف احساريه معينة، لنطبق هدا الحد. هب متلا أن الحد النظرى هو المحمـــول الأحـــادى (أو الحاصـــيه) 'Q'. سوف ينحد التعريف الإجرائى الصياغة التاليه:

$$(6\ 1)\ \ Qx \equiv (Cx \rightarrow Ex)$$

أي أن الشـــيء x نحنص (بالتعريف) بالحاصية Q إذا وفقط إدا كـــان اســـتيفاؤه للسروط C كافيا لعرصه الأىر أو الاستجابه E. تعـــريف تولمن لنوقع الطعام متال على ذلك: "حين تفر أن الفأر

يــتوقع الطعام فى الموضع L، فإن ما نعره هو أنه إذا (1) كان الفــأر محــروما مــن الطعام، (2) وكان درّب على السير في الطريق P، (3) ووضع الآن فى P، (4) الطريق P معلق، و(5) ثمــة طرق تؤدي إلى مواضع بعيده عن P يؤدي أحدها مباشرة إلى L؛ فسوف يسلك ذلك الفأر هذا الطريق"[19].

يمكــن الحصول على الصياغه سالفه الذكر بالاستعاضة عــن 'Q' فــى (6.1) بـــ "الفأر x يتوقع طعاما في الموضع L" وعن 'Cx' بوصل الشروط 1_5 نسبة إلى x، وعن 'Ex' بـــ "x يسلك الدرب المؤدي مباشرة إلى L".

وكمــا أوضح كارناب فيما أصبح محاجة كلاسيكية[20]، فإن هذه الطريقة في تعريف الحدود العلمية، بصرف النظر عن مــدى بداهــتها الــبادية، تواجه صعوبة كأداء. ذلك أن الجملة الشــرطية (مــن قبــيل المعــرّف 6.1) لا تبطل وفق التأويل الماصدقي السائد إلا حال صدق مقدمتها وبطلان تاليها. لذا فإن

---

[19] E C Tolman, B F Ritchie, and D Kalish, "Studies in Spatial Learning I Orientation and the Short-Cut", *Journal of Experimental Psychology*, Vol 36 (1946), p 15

[20] R Carnap, "Testability and Meaning", *Philosophy of Science*, 1936-37, sec 4, reprinted as a monograph by Whitlock's Inc , New Haven, Conn , 1950 Excerpts are contained in H Feigl and M Brodbeck (eds), *Readings in the Philosophy of Science* Appleton-Century-Crofts, N Y , 1953

أي شـــيء لا يستوفي الشروط الاختبارية C، بحيث يبطل مقدمة المعـــرّف نسـبة إلـــيه، يصدق عليه المعرّف كلية، ما يضمن اختصاصـــه بالخاصية Q. في مثالنا، سوف يتعين علينا أن نعز نسبة إلى أي فأر لم يتعرض للشروط الاختبارية 1_5 أنه يتوقع الطعام في L، بصرف النظر عن سلوكه.

الاعتـبار التالـــي أحد سبل تجنب هذه الصعوبة. حين نقول عن فأر ما إنه يتوقع الطعام في L، فإننا نريد أن نعزو إليه وضـــعا أو نـــزوعا "بسبب" في الظروف 1_5 قيامه بالسير في الطـــريق المؤديـــة مباشـــرة إلى L، ما يستوجب في التعريف الإجرائـــي المناسب ربط E ناموسيا بـــ C، أي باستخدام قوانين عامـــة من النوع الذي يعبر عن ارتباطات سببية. يتعين إذن أن يستعاض في (6.1) عن الحملة الماصدقية "إذا..فـــ.."[21]، التي لا تشـــترط ضـــرورة ناموسية أو منطقية في الارتباط، بمناظر ناموســـي أكـــثر إحكاما يمكن الإفصاح عنه بالتعبير "إذا..فـــ..

[21] التعبير "إذا .. فـ.." يعد بالمعنى المنطقي ماصدقيا لأنه يربط بين القضايا بحيث تكون قيم صدق المركب الناتج محددة من قبل قيم صدق مكوناته. راجع المقدمة، الجزء الرابع (المحرر)

وفـــق صروره سببية". غير أن فكرة القانون والضرورة السببية أو الناموسية المشار إليها هنا ليست واضحة إلى حد يكفل جعل هذا السبيل في حل الإشكالية واعدا.

يقـــترح كارنـــاب سبيلا مغايره تتعين في تحديد جزئي لمعـــنى 'Q'، عوضـــا عن تحديدها كلية، يسمى بجمل الرد. في أبســـط الحالات، سوف يستعاض عن (6.1) **بجملة الرد الثنائية** التالية:

$$(6.2)\ Cx \rightarrow (Qx \equiv Ex)$$

الـــتي تقـــر أنـــه إذا خضع الشيء للشروط الاختباريه C، فإنه يختص بالخاصيه Q إذا وفقط إذا كان يعرض الاستجابة E. هنا لا تفضي استخدام الروابط الماصدقيه إلى النتائج غير المرغوب فـــيها سالفه الذكر. إذا لم تُجر على الشيء الشروط الاختباريهC، ســـوف تصـــدق علـــيه (6.2) بأســـرها، لكـــن ذلك لا يستلزم اختصاصه أو عدم اختصاصه بـــ Q. من جهه أخرى، في حين تطـــرح (6.1) تعريفا صريحا تاما لـــ 'Q'، فإن (6.2) لا تحدد معـــنى 'Q' إلا بشكل جزئى، فهى لا تشير إلا إلى الأشياء التي تستوفى الشروط C. وبخصوص سائر الأشياء، يترك معنى 'Q' غير محدد. فمثلا، لا تحدد (6.2) معنى "يتوقع x طعاما في L"

إلا نسبة إلى الفئران التى تستوفي الشروط 1_5. السبر في الطريق L، نسبة إلى هذه الفئران، شرط ضرورى وكاف لتوقع الطعام. أما بخصوص الفئران التي لا تستوفى تلك الشروط، فإن معنى "يتوقع X طعاما فى L" يظل مفتوحا، وبالمقدور نحدده بشكل أدق عبر المزيد من جمل الرد

وكما يوضح هذا المثال، تطرح جمل الرد طريقة دقيقة لصياغة فحوى التعاريف الإجرائية. إن هذا النهج يعتبر مثل هذه التعاريف مجرد تحديدات جزئية للمعنى، بحيث يعامل المفاهيم النظرية بوصفها "مفاهيم مفتوحة"، كما أن اشتراط مجموعة من جمل الرد، يكمل بعضها البعض، للحد المعطى إنما يعكس توفر معايير إجرائية، لتطبيق معظم الحدود النظرية، تختلف باختلاف السياقات.

على ذلك، يجب أن نلحظ أنه في حين يقر التحليل باستخدام جمل الرد أن الحدود النظرية لا تعرَّف بشكل تام بالإشارة إلى ما يمكن ملاحظته، فإنه لا يثبت استحالة طرح تعريف صريح تام للحدود النظرية عبر حدود ملاحظية

7.في إمكان تعريف الحدود النظرية عبر مفردات ملاحظية

برتئى عدد من الكتاب أنه حتى إذا كان بالإمكان من حيث المبدأ تجنب الحدود النظرية في صالح حدود ملاحظية، فإنه يستحيل عمليا، والأهم من ذلك سوف يكون من الضار بل من الحمق منهجيا، أن نقوم بذلك. هناك مثلا حل تولمن وسبنس لإشكالية هلّ السالف ذكرها في الجزء الخامس: إذا كان بمقدور المتغيرات النظرية الدخيله دعم ارتباط آمن بين الظروف الملاحظية المبدئية واللاحقة، فلماذا لا نقتصر على استخدام رابط وظيفي واحد يربط مباشره بين الظروف الابتدائيه واللاحقة؟ يطرح سبنس المبرر التالي، ويثني عليه تولمن[22]: الدالة الرياضية المتطلبة للتعبير عن الرابط سوف تكون معقدة إلى حد يحول دون تصورها يسرا؛ ليس بالمقدور الوصول إليها إلا بتقسيمها إلى سلسله من الارتباطات الدالية الأبسط، تتوسطها متغيرات دخيلة. يتضح أن هذه المحاجة تعزو إلى طرح كينونات نظرية لا تقبل الملاحظة دورا عمليا مهما في

---

[22] E C Toulman, "Operational Behaviorism and Current Trends in Psychology", *Proceedings of the 25th Anniversary Celebration of the Inauguration of Graduate Study*, Los Anglos, 1936, p 89, K W Spence, 'The Nature of Theory Construction in Contemporary Psychology", *Psychological Review*, Vol 51 (1944), p 65n Both of these papers are reprinted in Max, *op cit*

سـياق اكتساف علاقات ارنهان متبادلة بين ما يمكن ملاحطنه، وفيما أفنرض، فى سياق الفيام بالحسابات الفعلية المنطلبة لنفسير أو التنبؤ بحوادت محدده وفق تلك العلاقات المبادله.

نمة وظيفة مهمة منهجيا يعروها هلّ للكينونات الفرضية فى ففرات مثيرة تشتمل عليها مقالته عن المتغيرات الدخيلة فى الـنظرية السلوكية الماديه. المبدأ الحاسم في محاجته يقر التالي: هب أننا لتفسير استجابة كائن ما فى موقف بعينه، أو التنبؤ بها، قمنا بعزو قوة عادة محدده إليه في الوقت t من استجابته، وهي قـوة تتنزل منزله الكينونة الفرضية. تلك القوة، في نظريه هلّ، "مجـرد تمثيل كمى للآثار اللاحقة المتكررة" لحوادث ملاحظية سـابقة بعينها ، مثل المثير الملاحظ الذي تم استقباله في مواقف تعلمـية قديمـة العهـد. نتيجة لذلك، إذا لم تجنب الإشارة إلى الكيـنونة الفرضـية، قـوة العـادة، عبر ربط استجابة الكائن الملاحظة في t مباشره بمثيرات استقبلها في وقت أسبق، سوف نكـون قمـنا بإثارة، كمحدد سببي للاستجابة، حوادث ملاحظية محددة لا وجود لها وقت حدوث الاستجابة. غير أن هلّ يرفض هـذه الفكرة، التي يبدو أنه لا مناص منها حال تجنب الكينونات

الفرضية الدخيلة، المتعلقة بفعل سببي يتم عبر فاصل زمني؛ "إذ يصعب الاعتقاد في قدرة حدث ما، من قبيل مثير في موقف تعلمي غبر عهده، على التأثير سببيا على الكائن عقب اختفائه بمدة طويلة. إنني أتفق تماما مع لوين على أنه يتوجب على كل العوامل، التي يزعم تأثيرها سببيا في تحديد أي حدث آخر، أن تكون حاضرة وقت حدوث الفعل السببي"[23]. العامل الفرضي الممثل من قبل قوة العادة عند الكائن المعني في الوقت t من استجابته إنما يسمح بتفسير ينسق مع هذا المبدأ.

رغم أن النتيجة التي يخلص إليها هذا النص تبدو ميتافيزيقية، فإن المفاد الأساسي من محاجة هلّ منهجي الطابع يبدو أن مثل هذه النظريات الرمكانية المتصلة تسوغ نفسها لسببين على الأقل: فهي من جهة تحتاز على بساطة صورية، يصعب في الوقت الراهن تحديد خصائصها، لكنها تنعكس مثلا في إمكان توظيف الآلية الرياضية الفاعلة والممتازة في استنباط ارتباطات تفسيرية وتنبئية، ضمن وقائع بعينها، من مصادرات النظرية. ومن جهة أخرى، وكما ذكرنا في الجزء الثالث، يبدو

[23] Hull, *op cit*, p 285

أن تطور العلم الامبيريقي السابق ببين أنه من المرجح اكتشاف أن المــبادئ التفسيريه والتنبئية، التي تقر ارتباطات منعزلة بين الحوادث الملاحظة (المنفصلة زمكانيا)، محدوده المدى وتواجه مخـــتلف أنـــواع الاستثناءات. وغالبا ما يمكّن توظيف نظريات تركن إلى كينونات فرضية من تفسير مثل هده الاستثناءات عبر المصـــادرة علـــى افتراضات مناسبة تتعلق بالكينونات الفرضية المعنيه.

ثمة محاجه عامة أخرى يتعين اعتبارها هنا تم تطويرها بشـــكل أكـــثر دقة ووضوحا من قبل بريث ويث. يقر زعم بريث ويت المركزي أنه "لا سبيل لتعريف الحدود النظرية عبر خصـــائص ملاحظـــية حال استحالة تبني النظريه بحيث تطبق بشكل مناسب على مواقف جديدة"[24]. يبدو أنه بالإمكان توضيح زعـــم بريـــت ويـــت عبر المثال التالي: هب أنه تم تأويل الحد "حـــراره" في إحدى مراحل البحث العلمى بالإشارة فحسب إلى قـــراءات الترمومـــتر الزئبقي. إذا اعتبر هذا المعيار الملاحظي تأويلا جزئيا فحسب (أي بوصفه شرطا كافيا لا ضروريا)، يظل

[24] R B Braithwaite, *Scientific Explanation* Cambridge University Press, Cambridge, England, 1953, p 76

بالإمكان إضافة المزيد من التأويلات الجزئية، عبر الإشارة إلى سبل مغايرة لقراءة درجات الحرارة يمكن استخدامها فوق نقطة غليان أو تحت نقطة تجمد الزئبق. من شأن هذا أن يسمح بتوسيع نطاق تطبيق قوانين من قبيل تلك التي تربط حرارة القضيب المعدني بطوله أو بمقاومته الكهربية، أو تربط بين حرارة الغاز وضغطه أو حجمه. في المقابل، لو اعتبر المعيار الأصلي تعريفا تاما، لما كانت النظرية قابلة لمثل هذا البسط، و سوف يتعين علينا التخلي عن التعريف الأصلي في صالح تعريف آخر لا يتسق معه

غير أنه يصعب الحكم بقدرة هذه المحاجة على إثبات ما تزعم إثباته، عبيت إقرار "أنه يتوجب على النظرية، التي نؤمل بسطها مستقبلا بحيث تفسر تعميمات أكثر عددا من تلك التي صممت لتفسيرها، أن تتيح قدرا من الحرية للحدود النظرية يفوق ذلك القدر الذي كان ليتاح لها لو كانت هذه الحدود مجرد مكونات منطقية شكلت من كينونات ملاحظية"[25] (بحيث تعرَّف عبر هذه الكينونات). ذلك أنه من البين أن توسيع نطاق النظرية

[25] Braithwait, *op. cit.*, p 76

نظـــير تغيير تعريف بعض الحدود النظرية لا يعد خطأ منطقيا، كما أنه لا يعد أمرا صعبا أو غير ملائم للعالم، فالمشكله المعنية إنما تواجه عالم المناهج أو المنطق الذي يتعى طرح "تحليل" أو "إعاده تشكيل منطقية" للتغيرات الطارئة إبان بسط النظرية. في نـــوع الحـــالات التى يناقسها بريث ويت مثلا، يمكن القيام بهذا الإجـــراء بطرق مختلفة ــ إما عبر إضافة المزيد من التأويلات الجزئـــية أو بـــإحداث تغيـــير تام في تعريف بعض التعبيرات الـــنظرية. إذا رغم أن هذا النهج الأخير لا يشكل بسطا للنظرية الأصـــلية، بـــل يعـــد تحولا إلى نظرية جديدة، فإن هذا لا يثير تساؤلا اصطلاحيا بقدر ما يثير اعتراضا منهجيا

لم يفض المسح الذي قمنا به في هذا الجزء إلى محاجة حاسمه تدحض أو تثبت إمكان تعريف كل حدود العلم الامبيريقى الـــنظرية تعريفا صريحا عبر مفردات ملاحظية صرفه. الواقع أنـــنا وجدنا أسبابا وجيهة للريبة في قدرة أية محاجه على حسم هذه المسألة مرة وللأبد

8.الأنساق التأويلية

رأيـــنا أن جمـــل الـــرد تناســـب تماما تشكيل معايير إجرائـــية للتطبيق بوصفها تعريفات جزئية. غير أنها تعاني من صعوبات جادة بخصوص صورتها المنطقية، ما يعني أنها تبدو عاجـــزة عن طرح صياغة عامة مناسبة لطرح تأويلات جزئية للحدود النظرية. ثمة رؤية للتأويل أكثر عمومية يطرحها مفهوم كامبل للنظرية الفيزيائية يقر أنها تتكون من "فرض"، يتمثل في مجموعـــة مـــن الجمل المشتملة على حدود نظرية، فضلا عن "معجم" يربط هذه الحدود بمفاهيم الفيزياء التجريبية (التي يتعين أن تقوم بينها علائق متبادلة عبر قوانين امبيريقية)[26]. في مقابل المفهوم التقليدي للمعجم، يُفترض أن معجم كامبل يشتمل لا على تعاريف للحدود النظرية بل على جمل مفادها أن الجملة النظرية التـــي تكون من نوع بعينه تصدق إذا وفقط إذا صدقت جملة من نـــوع محـــدد نـــناظرها في العلم الامبيريقي. عوضا عن طرح تعـــريفات، يقوم المعجم بطرح قواعد للترجمة، غير أنها قواعد جزئـــية، إذ لا يزعم وجوب تحديد ترجمة لكل جملة نظرية أو امبيريقية

---

[26] N R Campbell, *Physics, The Elements* Dover Press, N Y , 1920, ch VI

مـــن البيـــن أن الجمـــل فـــى معجـــم كامبل لا تحتص بالخصـــائص التـــي تنمـــيز بهـــا جمل الرد؛ عبر أنه بالإمكان صـــياعنها فى شكل قضايا تكافئية، بحيث يتم ربط جملة الحدود الـــنظرية بحملة حدود ملاحظية عبر التعبير "إدا وفقط إذا". فى سياقات أخرى، لا تبدو جمل الرد ولا الجمل التكافئية مناسبة

و للحصـــول على مفهوم عام للتأويل الجزئي، سوف نقـــبل بوصـــفها حملا بأوبلية أية جمل، تتخد أى شكل منطقي، تشتمل على حدود نظرية وأخرى ملاحظية. وعلى افتراض أن جمل العلم الامبيريقي النظرية والملاحظية تصاغ ضمن مرجعية منطقـــية محـــددة، يمكن التعبير عن هذه الفكرة بشكل أكثر دقه وصراحة على النحو التالي:

(8.5) هـــب أن T نظرية **محددة من قبل فئة** من المصادرات تصاغ عبر **المفردات النظرية** V_T، وأن V_B فئة أخرى من الحدود مـــا بعد المنطقيه، تسمى **المفردات الأساسية**، لا تتشارك مع V_T فى أي حد. **النســـق التأويلي** الخاص بـــ T عبارة عن فئة J من الجمـــل (1) المتناهـــية، (2) المتســـقة منطقيا مع T، (3) غير المشتملة على أى حد ما بعد منطقي غير متضمن في V_T أو V_B

، (4) والمشتملة أساسا على كل عنصر في V_T وV_B ، أي أنها لا تتكافأ منطقيا مع فئة من الجمل لا يرد فيها بعض حدود V_T أو V_B إطلاقا.

لنطبيـــيق المفهـــوم المعـــرّف هنا على تحليل النظريات العلمـــية، يتوجـــب بطبيعة الحال أن نفترض أن V_B تتكون من حـــدود سبق فهمها. قد تكون حدودا ملاحظيه، بالمعنى الغامض نسبيا الذي سبق توضيحه، غير أنه لا مدعاة للإصرار على هذا الأمر

تشتمل الأنساق التأويلية التي قمنا لتوا بتعريفها كحالات خاصة على كل أنواع التأويل التي سبق اعتبارها، عبيث التأويل عـــبر التعاريف الصريحة لتلك الحدود النظرية، عبر سلسلة من جمـــل الـــرد، باستخدام جمل الترجمة التكافئية الخاصة بمعجم كامل، أو جمل الرد العامة التي تتخذ الصياغة (8.4). غير أنها تسمح أيضا بجمل تأويلية ذات صياغات متنوعة وعديدة.

تختص الأنساق التأويلية بذات الخاصيتين اللتين تميزان سلاســـل جمـــل الرد عن سلاسل التعاريف: من جهة، لا يؤثر النســـق التأويلي عادة إلا في التأويل الجزئي لحدود V_T، أي أنه

لا يطرح (باستخدام حمل صريحة أو استلزام منطقي)، نسبة إلى كــل حــد في V_T، شرطا كافيا وضروريا للتطبيق عبر V_B من جهة أخرى، عادة ما لا يكون السق التأويلي، شأنه في ذلك شأن سلسلة جمل الرد الخاصه بحد نظري معطى، استراطي الطابع، ، بــل ســوف يسلزم جملا بعينها تصاع عبر V_B وحدها، وهي جمــل لا تعــبر عــن حقائق منطقية بل يمكن اعتبارها، وفق مفهومــنا لـــ V_B الذى يقر أنها تتكون من حدود امبيريفية سبق فهمهــا، إقــرارات امبيريقــبة. هكذا نجد هنا أيضا توليفا بين الاستخدام الاشتراطي والوصفي للغة.

لكننا فى معرض الحديث عن موضع ثالث للمقارنة، نقر أنــه لا حاجة لقيام النسق التأويلي بطرح تأويل، تام أو ناقص، لكــل حــد من حدود V_T على حدة. في هذا الحصوص، يختلف النســق التأويلي عن كل من فئة التعاريف وفئة جمل الرد التي تقوم بطرح شرط ضرورى وشرط كاف (عادة ما يكون مغايرا) لكل حد. من الممكن ألا يقوم النسق التأويلي، نسبة إلى بعض أو حــتى كل حدود V_T، بطرح شرط ضروري أو كاف عبر VB، وقــد لا يطــرح أيا منهما بدلا من ذلك، قد يقوم بتحديد شروط

كافية أو ضرورية، باستخدام جمل صريحة أو باستلزام منطقي، بواسطة V_B نسبة فحسب إلى تعبيرات تشتمل على عدة حدود من V_T ، على طريقة معجم كامبل مثلا.

كفاعدة عامة إذن، حين يتم تأويل النظرية T بنسق تأويلي J، لا يكون بالإمكان الاستغناء عن الحدود النظرية بالمعنى الضيق الذي يقر إمكان الخلاص منها في كل السياقات، في صالح تعبيرات معرّفة نركن إلى V_B أيضا فإنه ليس بالمقدور الاستغناء عنها بالمعنى الذي يقر أن J توفر نسبة لكل حملة H، يمكن صياغتها عبر V_T، "ترجمة" تركن إلى V_B ، أي جملة O تصاغ عبر V_B بحيث يمكن أن نستنبط منطقيا التكافؤ $O \equiv H$ من J.

9.إمكان الإحلال الوظيفي للحدود النظرية

سوف تتعين الوظيفة النسقية للنظرية T، وفق تأويلها بالنسق التأويلي J، في التمكين من القيام باستدلالات من "المعطيات"، باستخدام V_B، على جمل (تنبئية مثلا) أخرى عبر V_B.

[هــنا يقــوم همبل بتبيان كيف أن أية أنسقة يتم إنجازها ضمن حمــل V_B يمكــن إنجازها عبر T حال وصلها بـــ J. يمكن إذن اعتــبار مصادرات T مقترنة بحمل J مصادرات النسق 'T الذي يســميه همــبل **النظرية المؤولة**. مفردات هذه النظرية، $T_{V'}$ هو مجمــوع V_T و V_B. أيضــا يثبــت همــبل أن 'T تحقــق ذات الارتــباطات الاســتنباطية ضــمن جمل V_B التي نحققها فئة كل مبرهــنات 'T المعــبر عــنها بـــ V_B وحدها ــ وهو يسميها فئة مبرهــنات V_B أو مترتبات V_B الخاصة بـــ 'T، ويميزها بالرمز '$O_{T'}$'. هكذا تكون الأنسقة الاستنباطية المحققة عبر 'T هي ذاتها المحققــة عبر $O_{T'}$ التي لا تشتمل على أية حدود نظرية، وهكذا يتسنى الاستغناء عن الحدود النظرية] (المحرر).

غــير أن $O_{T'}$ عــادة ما تكون فئة مطولة لامتناهية من الجمل، ما يثير السؤال ما إذا كان هناك نهج يمكن تطبيقه بوجه عام لجعلها سهلة التناول وواضحة عبر صياغتها في شكل نسق نظري مؤكسم، T'_B، يمكن صياغته عبر V_B وحدها. تبين مبرهنة فــي المــنطق الصــوري، تم إثباتها في الآونة الأخيرة من قبل

كــريج أنـــه بالمقدور القيام بهذه المهمة، شريطة أن تستوفي T' شروطا متحررة لا تضع أية قيود[27].

علـــى هـــذا الـــنحو، تتعلق مبرهنة كريج بشكل وثيق بالإشـــكاليات المـــثارة مـــن قـــبل "مفارقة التنظير" التي سلف صياغتها في الجزء الخامس بتعبيرات غامضة نسبيا. تلمح هذه المبرهنة بطريقة ما للكيفية التي يمكن عبرها طرح تأويل دقيق وواضح وإثبات محكم للمفارقة. إنها تثبت أنه بالنسبة لكل نظرية T' تســتخدم حدودا نظرية وحدودا عبر نظرية سبق فهمها، ثمة نســق نظـــري مؤكســـم T'_B ، حال استيفاء شروط عادة ما يتم استيفاؤها، لا توظف سوى حدود غير نظرية في T'، رغم أنها تـــتكافأ وظيفيا مع T'، بمعنى أنها تقر، ضمن الجمل التي يمكن التعـــبير عـــنها بالمفـــردات غـــير الـــنظرية، ذات الارتباطات الاستنباطية التي تقرها T'.

أيتوجب إذن على العلم الامبيريقي أن يفيد من هذا النهج ويقـــوم بالاستعاضة عن كل نظرياته، التي تشتمل على فروض

---

[27] ثمة نقاش غير اصطلاحي لهذه النتائج تجده في

W. Craig, "Replacement of Auxiliary Expressions", *Philosophical Review*, Vol. 65 (1956), pp. 38-55.

تتعلق بكيونات فرضيه، بأنساق نظرية مكافئة وظيفيا يعبَّر عنها قصـــرا بحـــدود تحتار على مرجعية ملاحظية مباشرة أو حدود مفهومـــة بشكل واضح؟ في ضوء مقاصد التنظير العلمي، ثمة أسباب بحتم الإحجام عن القيام بذلك.

بدايــه، دعونــا نعتبر الخصائص العامة التي تتمير بها مبرهــنة كــريج. إذا غضضنا الطرف عن الكثير من التفاصيل الدقيقه، يمكن وصف الإجراء على النحو التالي: يقوم كريج عبر إجراء ثنائي بترتيب كل مبرهنات V_B الخاصة بـــ T' في سلسلة بعينها. غير أن هذه السلسلة مطولة أكثر مما يجب، فهي تشتمل، نسبه إلى كل جملة ترد فيها، على كل مكافئاتها المنطقية (طالما كان بالإمكان التعبير عنها في V_B). يصف كريج طريقه لحذف كثير من هذه التكرارات، رغم أنها لا تتخلص منها جميعا. تظل السلســلة الباقية إذن مشتمله على كل من مبرهنات V_B الخاصة بـــــ T' في أحدى صياغاتها المتكافئة على أقل تقدير. وأخيرا، تصـــبح كل جمل السلسلة الباقية مصادرات في T'_B . هكذا تتم "أكسمة" فئة مبرهنات V_B الخاصه بـــ T' في T'_B بطريقة غريبة، أى بجعـــل كـــل جملـــة في الفئه، في إحدى صياغتها المتكافئة

العديدة، مصادرة فى T'_B؛ فى حين أن المقصود عادة من أكسمة أيـــة فئة من الجمل هو احتيار فئة صغيرة واعتبارها مصادرات يمكن منها اشتقاق الباقي استنباطيا بوصفها مبرهنات. على هذا الـــنحو تعبر الأكسمة عن محتوى الفئة الكلية "في شكل أوضح رياضـــيا أو سيكولوجيا"[28]. وعلى اعتبار أن نهج كريج يتضمّن عملـــيا كل الحمل التى بتوجب أكسمتها في مصادرات T'_B، فإن T'_B كمـــا يقر كريج نفسه "تحقق في التبسيط أو فى طرح تبصر أصيل"[29].

فقد البساطه الناجم عن إغفال حدود T' النظرية ينعكس في كون فئة المصادرات التي يسمح بها نهج كريج نسبة إلى T'_B لا متناهية دائما. حتى في حالة وجود فئه جزئية متناهية من $O_{T'}$ من مبرهنات V_B الخاصة بـــ T' يمكن منها اشتقاق سائر الجمل، فـــإن نهـــج كريج لا يفضي إلى تلك الفئة. هذا هو نظير قابلية نهجه للتطبيق الشامل.

ثمـــة حـــالات لا يكـــون فـــيها وجود عدد لا متناه من المصـــادرات تزيدا، خصوصا حين يتم تحديد المصادرات عبر

[28] Craig, *op. cit.*, p 49

[29] *Ibid*

صباغات مبادئيه، أي عبر اشتراطات مفادها أن أية جملة تتخذ إحدى صيغ محددة متناهية العدد (مثل 'x=x') تعد مبدأ. غير أن طـــريقه كـــريج في تحديد مبادئ أو مصادرات T'_B أعقد بكثير، كمـــا أن النسـق الـــناتج سوف يكون عمليا غير قابل للمداولة، ناهـــيك عن عوز الخصوبة والإيحائية المحفزة الناجم عن حذف المفاهـــيم والفـــروض النظرية. لهذا السبب، فإن هذا النهج في الاستغناء عن التعبيرات النظرية لا يلائم العلم الامبيريقي إطلاقا

حـــين يزعم ممارسو العلم أو علماء المنهج أن الحدود الـــنظرية الخاصـــة بنظرية ما تشير إلى كيونات توجد بذاتها، تشكل مكونات أو جوانب أساسية من العالم الذي نعيش فيه، يبدو من الواضح، بصرف النظر عن أي دلالات يقومون بعزوها إلى هذا الزعم، أن الأسباب التي يكون بمقدورهم طرحها لدعمه إنما تكمـــن في حقيقة قيام تلك الحدود بدور في نظرية مقررة تنجز أنسمة استقرائية واستنباطية مقترة لفئة كبيرة من الحقائق العينية والتعمـــيمات الامبيريقية، وتعد خصبة على نحو يشجع الإيحاء بالمـــزيد مـــن الأســـئلة والفـــروض الجديدة. وطالما تم اعتبار الملاءمـــة للتعمـــيمات الاســـتقرائية، صحبة التقتير والخصوبة

المحفـره، خصـائص جوهـرية للـنطريه العلمـيه، لا سبيل للاستعاضـة عـن الحدود النظرية بحدود ملاحظبة صرفة دون النعرض لحسارة فادحة. الواقع أن معصلة المنطِّر، التي نخلص إلى إفرار حلاف دلك، إىما نركن إلى مقدمة باطلة.

ماهية القانون الطبيعي[30]

آرثر باب

ولــد آرتــر باب في زيورخ، سويسرا، وهاجر إلى نيويورك عام 1941 حصل على درجة الدكتوراه في الفلسفة من جامعة كولمبيا عام 1946، وقد درّس في شيكاغو، كلية المدينة في نيويورك، اوريجان، فينا، لنهاي، وييل، حيــث مكــث إلى أن وافته المنية عام 1959 بعد أن بلغ من العمر ثمانية وثلاثيــن عامــا ضمن أسهر مؤلفاته، بالإضافة إلى كتابه "مقدمة لفلسفة العلــم"[31]، نذكــر "عناصــر الفلســفة التحليليــه" و"علــم الدلالة والحقيقة الضرورية".

---

[30] Reprinted with permission of the publisher from *An Introduction to the Philosophy of Science* pp 289-597, by Arthur Pap Copyright © 1962 by The Free Press of Glencoe

[31] سبق أن قمت بترجمة هذا الكتاب (عند الطبع الدار الجماهيرية)، وهو كتاب غاية في الأهمية نسبة إلى حقل فلسفة العلوم، آية ذلك أن ندلي شابير يستهل به، بل يفرده

An Introduction to the Philosophy of Science, Elements of Analytic Philosophy ,Semantics and Necessary Truth

1.التعميمات شبه القانونية والاستدلال الفرضي

حاولنا في الفصلين الأخيرين توضيح المعنى السببي والفرضي للتعبير "إذا..ف...". لقد جادلنا وفق رؤية هيوم بأن الاعتقاد في قيام قانون عارض منطقيا، إحصائيا كان أم خلاف ذلك، متضمن في اشتراطات فرضية مثل "لو تم الضغط على عود ثقاب (بقدر كاف من القوة) لاشتعل". ولكن ما الرابط الشرطي الذي يقره التعميم شبه القانوني، أي ما التعميم الذي يعد حال صدقه قانونا طبيعيا؟ لقد بينا أن الاستلزام السببي أقوى من الاستلزام المادي، كونه يقر استحالة أنواع بعينها من الحوادث، ولا يقتصر فحسب على إنكار وقوعها الفعلي. من جهة أخرى، فإنه أضعف من الاستلزام التحليلي. هل نستطيع إصدار المزيد من الأحكام الإيجابية عن المعاني المتعلقة بالتعبير "مستحيل (سببيا)" و"ضروري (سببيا)"؟

عن سائر قائمة المراجع الرئيسة التي ينصح بالإطلاع عليها في الببليوجرافيا التي يختتم بها هذه المحاضرات [المترجم]

ثمة معيار بدهى لشبه القانونيه، يقترحه كل من نلسون جودمـــان وردرك تشـــرم[32]، يقر أن التعميم شبه القانونى يدعم الاستدلالات العرضية. هبني رأيت فاكهة تشبه البرتقال ثم اتضح لـــي أن مذاقها يشبه مذاق اليوسفى. إذا أصر صديقي على أنها برتقاله، سوف يكون من حقي أن أحتج بقولى "لو كانت برتقاله لكـــان مذاقها شبيها بمذاق البرتقال". فى مثل هذه الحاله لا نسلم بأنـــه قـــد تـــم دحـــض التعميم "كل البرتقال طعمه شبيه بطعم الـــبرتقال"، فثقتـــنا فيه تجعلنا نرفض وصف مالا يكون طعمه كطعـــم الـــبرتقال بأنه"برتقال". لكن هذا لا يعنى أن هذا التعميم مجـــرد تحليل لمعنى "برتقالة"، طالما كان بمقدورنا أن نتصور ظروفا نسلم فيها بأن ما يكون مذاقه مخالفا لمذاق معظم الأشياء التـــى نســـميها برتقالا يظل برتقالا. إذا كان الشيء الموضوع أمامنا لا يتخطى فحسب الفحوص البصرية واللمسية للبرتقاليه، بـــل ينمو في شجرة برتقال ويختار على ذات التركيب الداخلي

---

[32] N Goodman, "The Problem of Counterfactnals", reprinted in L Linsky, ed , *Semantics and the Philosophy of Language* (Urbana, Ill , University of Illinois Press, 1952), and in N Goodman, *Fact, Fiction, and Forecast* (Cambridge Harvard University Press, 1955), R Chisholm "The Contrary-to-Fact-C0nditional", reprinted in H Feigl and W Sellars *Readings in Philosophical Analysis* (N Y , Appleton-Cntury-Crofts, Inc , 1949)

للفواكــه الـــي تنمو على أشجار البرتقال، قد نميل إلى التسليم بوجـــود بـــرتقال "غريب الأطوار" لا يشبه مذاقه طعم البرتقال "السوي".

وعلى نحو مماثل، لو صادف الفيزيائي جسما يبدو أنه يسقط بحرية، لكن تسارعه مضطرب بشكل بيّن، لقال "لا يمكن لهذا الجسم أن يكون ساقطا بحرية؛ لو كان يسقط بحرية دون أن يـــتأثر بشيء سوى الجاذبية، لسقط بتسارع ثابت، ولذا يتعين أن تكون هناك قوى دخيلة سببت انحرافه عن القانون". غير أن هذا لا يعنـــي أنه يعتبر قانون الأجسام الساقطة بحرية جملة تحليلية يســـتحيل دحضـــها، أي لا يعتبره تعريفا للتعبير "الجسم الساقط بحـــرية". إذا كان باحثنا يشعر بالمسؤولية، سوف يبحث عن مثل هذه القوى الدخيلة، وإذا فشل في العثور عليها، قد يقوم بفحص الجســـم المعني ليعرف ما إذا كان يختلف في جوانب متعلقة عن الأجسام ذات السلوك الجاذبي السوي. وبصرف النظر عما يسفر عـــنه فحصه، سوف يتوجب عليه إما التخلي عن قانون الأجسام الساقطة بحرية في صيغته الراهنة أو التخلي عن مبادئ فيزيائية أخـــرى متضمنة فيه منطقيا. إذا كان الجسم ذو السلوك الغريب

يحـــتص بالخاصـــية الكيميائية P مثلا، وكان اكتشف أن أجساما أخرى تختص بها تسقط على نحو مماثل، وقد يقصر الباحث مجال القانون على "كل الأجسام الساقطة بحرية تسقط بتسارع ثابت إلا إذا اختصت بالخاصية P"، رغم أنه من شأن هذا أن يرغمه على التخلـــي عـــن المبدأ الغاية في الأهمية الذي يقر أن أثر الجاذبية علـــى الجسم لا يرتهن بأي من خصائصه الجوهرية (بل يتوقف فحسب عل موضعه). أما إذا لم يكتشف وجود أي فارق متعلق، فلا سبيل لإنقاذ القانون حتى بشكل جزئي عبر تقييد مداه، ما لم يـــتم التخلـــي عن أحد الافتراضين التاليين: (1) الساعات التي اســـتخدمت فـــي قـــياس الفـــترات الزمنية المناظرة للمواضع المتلاحقة دقيقة. قد يفترض أن قوى مجهولة قامت بالتأثير على الســـاعة، لا علـــى الجسم الساقط (رغم أن مصادرة السببية لن تســـمح له بقـــبول هذا الافتراض الآدهوكي إلا حال التمكن من تحديد القوى "الدخيلة" المصادر عليها)؛ (2) أدوات القياس التي استخدمت في قياس الإزاحة لم تكن دقيقة، بل تمددت وانكمشت، بســـبب قـــوى مجهوله مؤقتا، بحيث ظهر أن ثمة اضطرابا في التســـارع. مفـــاد كـــل هذا هو أنه لا يمكن الحفاظ على القانون

الفبريائـــى (مثال "كل الأجسام الساقطه بحريه تسقط تحت تأثير الجاذبـــية وحدهـــا")، خلافـــا للجمله التحليليه البسيطة، فى وجه الشـــواهد التـــي تبدو مناوئة إلا بالتخلى عن افتراضات واقعية أخرى متضمنة منطقيا في عملية اختباره.

مـــن جهـــة أخـــرى، إذا قلـــت، بعد فحص محتويات محفظتـــى، "كل العملات الموجودة فيها من فئة الخمس سنتات"، فإن هذه الجمله،على صياغتها الكليه، عاجزه عن دعم الاشتراط الفرضى "لو كانت هذه العملة، التي تبدو من فئة العشر سنتات، فـــى محفظتي، لكانت من فئه الخمس سنتات". سوف يكون أكثر طبيعـــية أن نشـــتق الاشتراط الفرضي "لو كانت تلك العملة في محفظتـــي، لما كانت كل العملات الموجودة فيها من فئة الخمس سنتات". وبالمثل، رغم أنه قد يصدق الحكم بأن كل من سبق له الجلـــوس على مقعد حديقة بعينه، منذ إنشائها، أحمر الشعر، لن يكون بمقدور هذه الجملة الكلية الصادقة دعم الاشتراط الفرضي "لـــو جلس كاري جرانت على ذلك المقعد، لكان أحمر الشعر". الاستدلال المناسب هنا إنما يقر "لو سبق لكاري جرانت الجلوس عليه، لما كان كل من سبق له الجلوس عليه أحمر الشعر".

رغـــم أن هذا الاختبار البدهي لشبه القانونية، في مقابل التعمـــيمات **العارضة**، يبدو معيارا سليما، إلا أنه لا يكفي **لتحليل** هـــذا المفهـــوم. فكمـــا رأينا، ثمة حاجة إلى اللجوء إلى مفهوم "التعمـــيم شبه القانوني" لنوضح كيفية إقرار الاشتراط الفرضي بشـــكل مضـــمون، ولـــذا سوف ندور في حلقة مفرغة لو قمنا بـــتعريف التعمـــيم شبه القانوني بأنه جملة كلية تضمن اشتراطا فرضـــيا. أيضا، فإن قيمته بوصفه معيارا للتمييز موضع شك. وفـــق المنطق الاستنباطي، تستلزم المقدمتان "كل A هو B" و"x يختص بـــA" النتيجة "x تختص بـــB" في كل الحالات. افترض أن الثوابـــت التي يمكن أن يستعاض بها عن x مجرد علامات إشـــارية (أي تعبـــيرات "تشـــير" إلـــى الشـــيء دون أن تحدد خصائصـــه، كما في قولنا "ذلك الشيء"، و"الشيء الموجود في المكان كذا في الوقت كذا"). في هذه الحالة نجد أن المقدمه الكلية "كـــل A هو B"، شبه قانونية كانت أم عارضه، تستلزم أية جملة تتخذ الصياغة "إذا كان x يختص بـــ A، فإنه يختص بـــB". إذا افترضنا أن كل A هو B، سوف يكون بمقدورنا تبرير "لو كانت

x يختص بـــA، لاختصت بـــB ضروره"، حيث تنسب الضرورة إلى ذلك الافتراض.

هكذا، إذا تأكدت من أن كل العملات الموجودة في جيبي الآن من فئة الخمس سنتات، سوف يكون لدي مبرر كاف للحكم "لـــو كـــان ذلك الشيء، بصرف النظر عن ماهيته، في جيبي الآن، لكان من فئة الخمس سنتات". ذلك أن الصيغة الافتراضية إنمـــا تفـــر هـــنا ارتـــباطا ضروريا منطقيا بين " كل العملات الموجـــودة في جيبي الآن من فئة الخمس سنتات" و"إذا كان هذا الشيء عملة في جيبي الآن، فإنه من فئة الخمس سنتات". الحكم بأنه "لو كانت هذه العملة ذات فئة العشر سنتات في جيبي الآن، لكانت من فئة الخمس سنتات" يبدو مفارقيا لأنني **بتحديد** الشيء بأنـــه عملة من فئة العشر سنتات أكون استبعدت كونه عملة من فئة الخمس سنتات، بحيث يقترح حكمي أنه بوضع عملة من فئة العشر سنتات في جيبي يمكن جعلها من فئة الخمس سنتات.

فـــي المقـــابل، حيـــن أستق ".. لما كانت كل العملات الموجودة في جيبي الآن من فئة الخمس سنتات"، أكون أسقطت مـــن حسابي افتراض أن العملات الموجودة الآن في جيبي من

فئة الخمس سنات، واستدللت بشكل استنباطى ضروري على ان "العمـــلات الموجودة في جيبي الآن ليست كلها من فئة الخمس ســنتات" من القضية المفترضة "هذه عملة من فئة العشر سنتات موجـودة الآن فـــى جيبـــي". على ذلك، يظل لدى ذات المبرر للاشـــتراط الفرضــى "لـــو كان ذلك الكلب عدائا، لكانت هناك غدفان ليست سوداء" أو "لو كان القمر كوكبا، لكان هناك كوكب واحـــد على الأقل لا يدور في مدار اهليلجي حول الشمس". في كـــل حاله من حالات اشتقاق سلب القضية الكلية "كل A هو B" من اشتراط فرضى، يتم ضمنا تحديد موضع الاشتراط عبر ذكر خاصـــية تتضـــارب مع B. إذا سمح بذلك، سوف تعجز الجملة الكلية عن دعم الاستدلال الفرضي، عارضا كان أم شبه قانوني. يسري هذا تماما على مثال كاري جرانت؛ لو تمت الإشارة إليه دون ذكر خصائصه، ودون افتراض أى من معارفنا عنه (مثال أنـــه لم يسبق له الجلوس على مقعد الحديقة المعنى)، وإذا تأكدنا مـــن أن كـــل من سبق له الجلوس عليه كان أحمر الشعر، لكان حكمـــنا بأنـــه "لو كان هذا الرجل واحدا ممن سبق لهم الجلوس على ذلك المقعد، لكان أحمر الشعر" حكما مبررا إلى حد كاف.

إن هذا الحكم لا يبدو مفارقيا إلا نسبة لمن يعرف أن سعر كارى جرانـــت ليس أحمر، فمثل هذا الشخص سوف يستغرب اقتراح قيام رابط سببي بين لون شعر المرء وحلوسه مصادفة على أحد مقاعد حديقه ما.

2.معيار الشمولية المطلقة

الديـــن يعتقدون في إمكان التعبير عن العلم الاميريقى بلغـــة تحتار على بنية"البرنكيبيا ماسماتيكا"، اللغة الشيئية الحالية من تعبيرات الجهة، من قبيل "ضرورى" و"مستحيل" (مع إمكان صـــياغه معهوم النيجة المنطقيه في اللعة الماورائية)، يواجهون امـــتحانا عســـيرا لإيمانهم. يتوجب عليهم نطبيعة الحال التسليم باســـتحاله المماهـــاة بين التعميمات شبه القانونيه والاستلزامات الصـــوريه التركيبية، كما أنه ليس بمقدورهم اللجوء إلى المعيار الـــدي اتـــتقدناه لتونا. لقد اقترح بعض منهم **الشمولية المطلقة** علامة فارقة لشبه القانونية، بدلالة سوف نعنى بتوضيحها.

ثمـــة جمل كلية تشير بشكل جوهري إلى شيء بعينه أو موضـــع أو زمان محدد. هكذا تشير الأمثلة التي ناقشناها حيث ـــنطال جيـــب بعينه، وزمن بعينه، ومقعد حديقة بعينه. سوف

نســمي التعبيــرات التى تحدد أشياء أو أزمنة أو أماكن بعينها "**ثوابــت فردية**"، ونسمى المحاميل النى نتحدث عن نوعيات أو علاقــات متوانرة لا نفل التعريف عىر الثوابت الفردبة "**شاملة إطلاقــا**" (مــن المناسب أن نجعل هذا النعبير يسرى حنى على المحدّدات المادية). برد الثابت الفردي بشكل حوهري في الجملة إذا كان يرد فيها ولا سبيل لترجمتها إلى حملة لا برد فيها دون تغيــير معناها. وكمقاربة أولية، قد نعرّف التعميم شبه القانونى بأنــه جملــة تركيبــية كلــية لا يرد فيها أى ثابت فردى بشكل جوهــري. قد يتصادف أن ننجح في حذف الثوابت الفردية من صــياغة حدث عارض، لأننا قد نجد الشيء العيني المعني قابلا لأن يوصـــف على نحو متفرد بمحاميل شاملة إطلاقا. وهكذا إذا تصادف أن مقعد الحديقة في مثالنا هو المقعد الوحيد الذي سبق أن جلس عليه سكير أدرد، لاستطعنا صياغة الاستلزام الصوري الصحيح النالى: "بالنسبة لكل x، إذا كان هناك وقت يجلس فيه x على مقعد حديقة يجلس عليه سكير أدرد، فإن x أحمر الشعر".[33]

[33] المقصـــود من "نجلس" هنا هو الصيغة غير الزمنية لمصدر "الجلوس"، لا الزمن المضارع للفعل

إلا ان، فإن هدا لا يستلزم أن الثابت الفردي "مقعد تلك الحديقة" يرد بشكل ليس جوهريا في الجملة الأصلية، كون الفرض الذي حــدف هــدا الثاســت وفقه فرضا واقعيا وليس تحليليا. إذا كان صـــادقا، ســوف تحصل الجملة الشاملة إطلاقا على ذات القيمة الصــدقية الــى تحتازها الجملة الأصلية، لكنها لن تحصل على ذات المعنى.

من جهة أخرى، ثمة جمل كثيرة تشتمل بشكل جوهرى على ثوابت فردية بودنا أن نعتبرها شبه قانونية: (1) "كل قطع الــثلج الموجودة الآن في هذه الثلاجة سوف تصبح ماء حين يتم تســخينها"، (2) "كل الكواكب تدور بشكل مستمر حول الشمس فــي أفــلاك اهليلجــية"، (3)"كل الأجسام الساقطة بحرية قرب الأرض تســقط بتســارع ثابت قدره 32 قدما/الثانية²، (4) "كل الأجســام الســاقطة بحرية قرب الأرض تسقط بذات التسارع، مهما كانت كتلها". في حالة (1) و (4)، بالمقدور إجراء استنباط مــن جمــل كلية لا تشتمل على ثوابت فردية، ما جعل البعض يقــترح تعــريف الجملة شبه القانونية **الأساسية** بأنها جمله كلية تركيبــيه لا يــرد فيها أي ثابت فردى بشكل جوهري، وتعريف

الحملة شبه القانونيه **المشتقة** بأنها جملة يمكن اشتقاقها من جملة شـــبه قانونـــية أساســـية رغم اشتمالها على نوابت فردية بشكل جوهـــرى. ويعتـــبر ما يسمى بقوانين الحركة وقانون الجاذبية الكلـــية، الـــتى بمكن منها اشتقاق (4) بسهولة، أمثلة بينة على الحمـــل ســـبه القانونية الأساسية بالمعنى المعرَّف؛ ذلك أنها لا تذكـــر أي جســـم بعيـــنه ولا تشـــير إلى أية مواضع أو أزمنة محددة.ولكن لسوء الحظ، فإن (2) و(3) ليستا قضايا شبه قانونية إطلاقـــا وفق ذلك المعيار. قانون كبلر الأول في حركه الكواكب لـــيس مستلزما من مبادئ الميكانيكا النيوتونية إلا بافتراض أن حركة الكوكب المعني محددة من قبل الجاذبية الشمسية فقط. بيد أنـــه لا ســـبيل لتـــبرير هذا الافتراض إلا عبر معلومات تتعلق بالكتل النسبية خاصة الأجسام في المجموعة الشمسيه. الواقع أن كـــون كتل الكواكب الأخرى صغيرة نسبه إلى كتلة الشمس هو الـــذي مكّـــن مـــن إغفال التجاذب التثاقلي الذي تمارسه، ومن صـــياغة إشكالية حركة الكواكب بوصفها "إشكالية جسمين". في غياب مقدمات عينية تتعلق بأجسام المجموعة الشمسية، لا سبيل لاشـــتقاق (2) من مبادئ الميكانيكا النيوتونية العامة. وعلى نحو

مماثل، فإن اشتقاق (3) استنباطيا من النظرية النيوتونية يتطلب دراية بكتلة الأرض ونصف قطرها.

ثمـــة صـــعوبة أخرى تواجه هذا النهج تتعين في أنه لا يتضـــح أن محامـــيل ومحـــددات مصـــادرات النظرية المؤولة امبيريقـــيا شـــاملة إطلاقـــا. فالطول يعرف إجرائيا عبر المتر القياسي، والوزن عبر الجرام القياسي. صحيح أنه يمكن لوحدات القياس هذه أن تستنسخ بشكل غير محدود بمجرد تعريف علاقة تساوي مناسبة، ولكن ما لم يحـــدَّد جسم بعينه بوصفه "الـــ" متر القياســـي أو "الـــ" جرام القياسي، لن يكون بالمقدور إجراء أي قياس. قد يقال إنه بالرغم من وجوب اختيار جسم بعينه بطريقة عرفـــية بوصفه الجسم القياسي، يمكن للعالم الاختيار بينه وبين أي جســـم آخـــر يساويه في الجوانب المتعلقة. على هذا النحو نستطيع الدفاع عن الزعم بأن "أحمر" محمول شامل إطلاقا رغم وجـــوب أن يعرف إشاريا عبر جسم أحمر أو آخر بعينه، إذ لا ضـــرورة في أن نشير إلى **هذا** الجسم الأحمر عوضا عن **ذاك**. غـــير أن هـــذا التصـــور لا يـــبدو ملائما نسبة إلى مفهوم في الميكانـــيكا غايـــة فـــي الأساســـية، أعني مفهوم نسق العطالة

المتضـــمن فـــي قـــانون العطالة. يقر هذا القانون أن أي جسم معـــزول إما أن يكون ساكنا أو متحركا حركة منتظمة نسبة إلى أي نســـق عطالـــي. أيضـــا فإنه متضمن في مصادرة النظريه النسبية الخاصة التي تقر أن سرعة الضوء (في الفراغ) ثابتة في كـــل أنســـاق العطالـــة. ولكن ما المقصود بنسق العطاله؟ يمكن اعتبار ثلاثة تعاريف:

(1) هـــو النســـق الذي يكون الشيء المعزول نسبة إليه ســـاكنا أو متحركا بشكل منتظم. يقر الاعتراض البين على هذا الـــتعريف أنه يجعل قانون العطالة تحصيلا حاصلا غير مجد. غـــير أنـــه يســـتخدم بالفعل استخداما تنبئيا وتفسيريا مهما، فهو يستخدم مثلا صحة قانون الأجسام الساقطة بحرية وقانون القوى المستقلة في استقاق مسار القطع المكافئ للمقذوفات.

(2) هـــو النسق الذي لا تستبان فيه قوى العطالة، مثل قـــوى القصـــور الذاتي. غير أن اختبار قوة العطالة (أ) اختبار ذاتـــي؛ الشـــد والدفـــع المختبريـــن من قبل الملاحظ، كالجذب المركزي الخارجي في العربات الدوارة اوالاندفاع الأمامي الذي يحـــس به المسافر حين تخفف الحافلة من سرعتها فجأة. لذا فإن

المفهـوم المعرف (النسق العطالي) لن يكون قابلا للتطبيق على أنســاق ماديــة فــي الفضاء الخارجي، رغم أن قوانين الحركه نوظــف بــالفعل في علم الفلك. أو (ب) يمكن لقوى العطاله أن تشــتق **بالــتعريف** حين لا تلائم التسارعات الملاحظة الصياغه F=m.a، على افتراض أن ما يسميه نيوتن القوى "المؤثرة" وحدها التي تحدث أثرا. فإذا دحرجت كرة على أرضية قطار متحرك، فــي اتجاه حركته، وتوقف القطار فجأة في ذات اللحظة، سوف يفــوق تســارع الكرة الناتج نسبة القوة المؤثرة إلى كتلتها، وبذا يمكن اشتقاق فعل قوة عطالة (تعزى إلى تسارع القطار المطلق) بمجــرد قــياس مجموع تسارع الكرة وملاحظة أنه يفوق القدر المستلزم من قبل قانون الحركة. من البين أن هذا التعريف لقوة العطالـــة، ومـــن ثـــم تعريف نسق العطالة، لا يتسق والمحتوى الواقعي الذي تشتمل عليه قوانين الحركة.

(3) هو النسق الذي لا يتسارع نسبة إلى النجوم الثابتة. هـــذا هـــو التعريف الوحيد الذي يستخدمه علماء الفيزياء عادة، ربمـــا لكونـــه "إجرائـــيا" ولأنه يحول دون جعل قوانين الحركة مجـــرد تحصـــيلات حاصله غير مجدية. ولكن على اعتبار أن

"النجوم الثابته" ثابت فردي، فإن "نسق العطالة" ليس إذا محمولا شـــاملا إطلاقا، ما يحول دون كون قوانين الحركه، فضلا عن قـــانون ثـــبات ســـرعة الضـــوء فى كل أنساق العطالة، قوانين أساسيه.

3.الثبوت الزمني

يزعم البعض أن القانون الطبيعي يعد فى أساسه علاقة دالـــة تظل ثابتة عبر الزمن. "انتظام الطبيعة" لا يعني وفق هذه الـــرؤيه ســـوى وجود علاقات دالية بسيطة نسبيا بين متغيرات ماديـــة لا تتغير بمرور الزمن. وبالطبع، فإن نوع القانون الذي يقترح هذا التعريف هو القانون التفاضلي في الفيزياء الرياضية. هكـــذا يعبر قانون الجاذبية عن تسارع الجسم المنجذب على أنه داله للمسافة التى تفصله عن الجسم الجاذب: $d^2r/dt^2 = f(r)$. غير أنـــه لا يتضح لماذا يتوجب اعتبار ثبوت العلاقات الداليه زمنيا أكثر أهميه من ثبوته المكانى. حين يصاغ القانون بشكل مكتمل، نجد أنه يقر: بالنسبة لأي جسم x يدور حول جسم مركزي كتلته M ولا يـــتأثر إلا بجاذبـــية هذا الجسم المركزي، بصرف النظر عن مكان حدوث هذه الحركة الدائرية، وبالنسبة لأي زمن t، إذا

كانت d^2r/dt^2 تحدد تسارع الجاذبية في x في t، وكانت r المسافة المتزامنة الفاصلة بين x والجسم المركزي، فإن $d^2r/dt^2 = G.M/r^2$. بتعبير المنطق الرمزي، المكمم الكلي الذي يحكم متغير الزمن ليس أقل أساسية لصياغة القانون بشكل تام من المكمم الكمي الذي يحكم متغير المكان. خلافا لذلك، قد نتساءل ما إذا كان المقصود من هذه العلاقة الدالية هو أن تسري فحسب على المجموعة الشمسية أو أي منطقة بعينها من الفضاء.

أيضا يجادل البعض بأن جزءا من تعريف "قانون طبيعي" يتعين في عدم كون متغير الزمن أحد العوامل التي ترتهن بها الدالة، وفي أنه لا يرد "صراحة" في المعادلة، رغم أنه قد يرد "ضمنا" عبر تعاريف بعض المشتقات (مثل التسارع). في مثالنا، يتطلب حساب تسارع الكوكب في لحظة ما الدراية بقيمة v في تلك اللحظة، دون أن يتطلب الدراية بالزمن. غير أن متغير الزمن يرد صراحة في معادلات الحركة المشتقة من المعادلات التفاضلية عبر حساب التكامل. اعتبر أبسط حالات المعادلات التفاضلية في الديناميكا الكلاسيكية، أعني المعادلة التي تصف حركة سقوط تحت تأثير قوة ثابتة:

$$\frac{d^2 z}{dt^2} = g$$

بالتكامل نحصل على:

$$\frac{dz}{dt} = g . t. + v_1$$

حيث v_1 السرعة في اللحظة المبدئية t_1 (التى قد تكون صفرا أو لا تكون)، و t الزمن الذي مر. ثم أن:

$$z = ½ g . t^2 + v_1{}^t + z_1$$

(إذا كان الموضع المبدئي z_1 صفرا، وكان الجسم يسقط من حال سكون، فإن المعادلة ترد إلى $z = ½ g. t^2$ ، قانون جاليليو، حيث g ثابت يحدد بالقياس). يبدو أنه لا مبرر لسحب لقب "قانون طبيعي" من معادلات الحركة التكاملية وقصر استعماله على حالة معادلات الحركة التفاضلية.

يشكل معيار ماكسويل مقاربه أكثر ملاءمة، كونه يعامل المكان والزمان على حد السواء فيما يتعلق بانتظام قوانين الطبيعة المصادر عليه. يتعين وفق هذا المعيار أن تخلو المعادلات التي تعبر عن قوانين الطبيعة من أي ذكر "صريح"

لإحداثــيات الــرمان والمكان. من البين أن "إحداثيات" هنا تعني قــيما محددة للمتغيرات x,y,z,t، ولا تعني المتغيرات نفسها. وفق هــذا، لا يعدو معيار ماكسويل أن يكون معيار الشمولية المطلقة مطــبقا علــى قوانين الفيزياء الدالية. إذا توجب ألا يرد بشكل أساســي أي ثــبات فــردي في الجملة شبه القانونية، سوف يتم استبعاد أوصاف إحداثيات المواضع الزماكانية المعنية. مما سبق قوله في القسم الأول من هذا الفصل، يلزم أن القوانين الأساسية وحدها التي تستوفي هذا الشرط.

الاحتمال والمنطق الاستقرائي[34]

ردولف كارناب

[34] From Rudolf Carnap, *Logical Foundations of Probability* (Chicago Univ Of Chicago Press, 1951), pp 1-3, 20-27, 163, 207-208 221-226 Copyright 1950 by The University of Chicago

ردولف كاربات واحد من السحصيات القيادية في حلقة فينا وفي حركة "الامبريقية المنطقية"، وقد درّس في جامعات فينا وبراغ. في الولايات المتحدة قام بالتدريس في جامعة شيكاغو من عام 1936 إلى عام 1953، ومنذ مغادرته إياها ظل يدرس في جامعة كاليفورنيا بلوس أنجلوس. ضمن أعماله المهمة العديدة نذكر: التراكيب المنطقية في اللغة، مقدمة لعلم الدلالة، اسس المنطق الرمزي الرياضي، المعنى والضرورة، وأسس الاحتمال المنطقية، الذي نقتبس منه هذه النصوص

The Logical Syntax of Language, Introduction to Semantics, Foundations of Logic and Mathematics, and Logical Foundations of Probability

---

1.إشكالية هذا الكتاب

تتحدد المهام الأساسية التي يضطلع بها هذا الكتاب في التالي:

1) توضيح، وإن أمكن تعريف، مفهوم **درجة التدليل**.

2) توضيح طبيعة **الاستقراء** المنطقي، وإن أمكن تشكيل نسق في **المنطق الاستقرائي**.

3) توضيح مفهوم **الاحتمال**.

غايتنا في هذا المقام تقتصر على القليل من التوضيحات التمهيدية لهذه الإشكاليات.

1) حين يتحدث العالم من جهة عن فانون أو نظرية علمية أو جمله مفردة (تنبؤ على سبيل المثال)، ويتحدث من أخرى عن معطيات ملاحظية أو نتائج تجريبية بعينها، غالبا ما يقيم علاقة بين هذه الحدود في صياغات من القبيل التالي:

* "تدل هذه التجربة مرة أخرى على النظرية T" (أو " تطرح شاهدا جديدا على).

* "تم التدليل على نظرية الكم عبر المعطيات التجريبية المعروفة في الوقت الراهن بدرجة تفوق تلك التي توفرت منذ عشرين عاما" (أو " عززت بدرجة أقوى بـــ ").

عادة ما تكون مفاهيم الشاهد والتدليل أو درجة التدليل المستخدمة في مثل هذه الجمل مفهومة تماما نسبة إلى مقاصدنا العملية البسيطة، غير أنها لا نكاد نحظى بتوضيح مدقق فيه. تتمثل إحدى المهام الرئيسة التي يقوم بها هذا الكتاب في جعل هذا الضرب من المفاهيم دقيقا وفي طرح نظرية في العلاقات المنطقية القائمة بين أي فرض وأي قدر من المعلومات التي يمكن اعتبارها شواهد عليه.

2) إشكالية الاستقراء بمعناها الأكثر عمومية، المتعلقة بالفروص التي قد تتخذ أي شكل، لا الشكل الكلي وحده، تعد أساسا ذات الإشكالية الخاصة بالعلاقه القائمه بين الفرض وما يشهد عليه من أدلة. لهذا، فإن طرح تعريف لمفهوم درجة التدليل، وتشكيل نظرية منطقية تنهض على هذا المفهوم، يمكّنان من تشكيل نسق في المنطق الاستقرائي. وفي حين يمكن اعتبار المنطق الاستنباطي نظرية مؤسسة على مفهوم التالية المنطقية أو القابلية للاستنباط، يعد المنطق الاستقرائي نظرية مؤسسة على ما يمكن تسميته بدرجة القابلية للاستقراء، أي درجة التدليل.

3) وعلى نحو مماثل، تتعلق إشكالية الاحتمال بشكل وثيق بإشكالية الاستقراء. هذا أمر غالبا ما يلحظ على الأقل بخصوص أحد مختلف مناهج الاحتمال، الذي يسمى أحيانا بالاحتمال الاستقرائي، التي عرفها التطور التاريخي. سوف نحاول تبيان ضرورة القيام بالتمييز أساسا بين مفهومين للاحتمال: المفهوم الذي يعرّف عبر التكرار والمطبق امبيريقيا، والمفهوم المنطقي الذي يتماهى مع درجة التدليل. سوف نؤكد

أهمية كل من هذين المفهومين نسبه إلى نهج العلم، بحيث يتم حسم الجدل بينهما.

هكذا يستبان أن واحدة من المشاكل (أو عديدا منها) التي نرغب في مقاربتها تختص بالتالي. ثمة حد بعينه ("شاهد تدليلي"، "درجة تدليل"، "احتمال") يستخدم في اللغة والعلم، دون أن يتم تعريفه بشكل دقيق، نتعي محاولة استخدامه بطريقة أكثر دقة أو نقوم بتحليله.

تكمن مهمة التحليل في جعل مفهوم غير دقيق مفهوما دقيقا أو في استبدال الثاني بالأول. نسمي المفهوم المعطى (أو الحد المستخدم في الإشارة إليه) بالمحلَّل، ونسمي المفهوم الدقيق المقترح بديلا عنه (أو الحد المستخدم في الإشارة إليه) بالمحلِّل. قد ينتمي المحلَّل إلى اللغة اليومية أو إلى مرحلة سابقة من مراحل تطور لغة العلم. يتعين أن يُطرح المحلِّل عبر قواعد صريحة تقنن استخدامه، كأن يطرح باستخدام تعريف يقوم بدمجه فى نسق مشكَّل بطريقه جيدة من المفاهيم العلمية المنطق_رياضية أو الامبيريقية.

II. التدليل، والاحتمال، والاستقراء

إجراء التدليل إجراء مركب يتكون من مكونات تنتسب إلى أنواع مختلفة. في هذا الكتاب نعنى فحسب بما يمكن تسميته بالجانب المنطقي من التدليل، أي بعلاقات منطقية محددة تقوم بين الجمل (أو القضايا المعبر عنها بهذه الجمل) وضمن ممارسة عملية التدليل. تعد تلك العلاقات مهمة نسبة إلى العالم في الموقف التالي على سبيل المثال. حين يرغب في اختبار فرض بعينه h فإنه يقوم بصياغة نتائج ملاحظاته، أو بصياغة القدر الأكبر مما يتعلق منها بفرضه، في شكل تقريرe، الذي يعد جملة طويلة. بعد ذلك يحاول أن يحدد ما إذا كان الشاهد الملاحظي e يدل على h، وإلى أي حد يدل عليه. نحن معنيون فحسب بهذا السؤال الأخير. سوف نعتبره سؤالا منطقيا لأنه ما أن تتم صياغة الفرض باستخدام h وتتم صياغة أي شاهد ممكن عبر e، الذي قد لا يكون الشاهد الذي تمت ملاحظته بالفعل، حتى يتم حل إشكالية ما إذا كانت e تدل على h، وإلى أي حد تدل عليه، بتحليل منطقي لكل من h و e وللعلاقة القائمة بينهما. ليس هذا سؤالا متعلقا بالحقائق، فالإجابة عنه لا ترتهن بالدراية بأي منها. صحيح أن الجملتينh و e، موضع الدراسة، تشيران

إلى حقائق، ولكن بالحصول عليهما، لا يتطلب السؤال سالف الذكر سوى القدرة على فهمهما، أي استيعاب معانيهما، فضلا عن إثبات علاقات مؤسسة على تلك المعاني. ولأننا نعتبر علم الدلالة نظريه فى معاني تعبيرات اللغة، خصوصا جملها (وهذا أمر سوف نعنى بتوضيحه لاحقا)، يمكن اعتبار العلاقات القائمة بين h و e التى سوف نقوم بدراستها علاقات دلالية، وهذا هو سبب تسميتنا إياها **بمفاهيم التدليل الدلالية.**

اعتبرت مسألة التدليل التي نتناولها هنا مسألة منطقية. ولدرء سوء الفهم، يتعين أن نبدي التحفظ التالي. السؤال المطروح لا ينتمي إلى المنطق الاستنباطي بل إلى المنطق الاستقرائى ثمة قاسم مشترك بين هذين الفرعين من فروع المنطق يتعين في أن حل إشكالياتهما لا يرتهن بالحصول على معرفة واقعية، بل يتوقف فحسب على تحليل المعنى، ما يستلزم أن كليهما ينتمي إلى علم الدلالة. يمكّن هذا التماثل من توضيح الخصائص المنطقية التي تختص بها علاقات التدليل بالقياس على علاقة نألفها في المنطق الاستنباطي، عنيت العلاقة التى نسميها في مصطلحنا "الاستلزام_L" (الاستلزام المنطقي في

مقابل الاستلزام المادي) القائمة بين h و e. هب أن e تقر أن "كل إنسان فان، وسقراط إنسان"، وأن h تقر أن "سقراط فان". لكل من h و e محتوى واقعي بيد أن إجابة السؤال ما إذا كانت e تستلزم_L الفرض h لا تستدعي أية معرفة واقعية، فنحن لا نحتاج إلى معرفة قيم صدق أي منهما، ولا للدراية بما إذا كان هناك من يعتقد في صدق e ووفق أي أساس يعتقد في صحتها. كل ما هو متطلب هنا هو القيام بتحليل منطقي لمعاني تينك الجملتين. وعلى نحو مماثل، فإن الإجابة عن السؤال المتعلق بقدر التدليل الذي تحصل عليه h من التقرير الملاحظي e، وهو سؤال منطقي رغم أنه استقرائي لا استنباطي، لا تستدعي أية معرفة بقيم صدق أي منهما ولا بما إذا كان هناك من يعتقد في صحة e وما إذا كان اعتقاده ذاك يركن إلى ملاحظاته أو خيالاته أو أي مصدر آخر. كل ما نحتاجه هو تحليل منطقي لمعاني تينك الجملتين. هذا هو علة تسمية هذه الإشكالية بإشكالية التدليل المنطقية أو الدلالية، تمييزا لهما عما يمكن تسميته بإشكاليات التدليل المنهجية (مثال إشكالية تحديد أفضل طريقة لاستحداث أداة ما ولاستخدامها في تجارب بعينها،

ولإجراء هذه التجارب وملاحظة النتائج، ، بغية القيام باختبار تجريبي لفرض معطى).

سوف نتناول في هذا الكتاب **ثلاثة مفاهيم دلالية للتدليل**. ورغم أن الشاهد في التطبيق سالف الذكر عادة ما يكون تقريرا ملاحظيا، والفرض قانونا أو تنبؤا، لن نقصر مفهومنا للدليل على أي محتوى أو شكل بعينه تتحدد ذانك الجملتان.

(1) **المفهوم التصنيفي للتدليل**: هو العلاقة القائمة بين الجملتين h و e التي تصاغ عادة عبر جمل تتخذ أحد الأشكال التالية:

"h مدلل عليها من قبل e".

"h معززة من قبل e".

"توفر e بعض الشواهد (الإيجابية) على h".

"e شاهد يدعم افتراض h".

كما في الأمثلة السابقة، e هنا تقرير ملاحظي، لكنها قد تشير أيضا إلى أوضاع بعينها لم تسبق لنا الدراية بها بل تم افتراضها، وقد تشتمل على قوانين مفترضة. من جهة أخرى، عادة ما تكون h جملة تتعلق بوضع نجهله (تنبؤ مثلا)، وقد

نكون قانونا أو أى فرص آخر. من البين أن هذا المفهوم للدليل علاقة بين جملتين وليس خاصية أحادية تختص بها إحداهما وبيّن أيضا أن الصياغات المألوفة التي تقتصر على ذكر إحداهما صياغات مختزلة، على اعتبار أن الشاهد مفهوم ضمنا. فحين يقول عالم الفيزياء "هذا الفرض مدلل عليه بشكل قوى"، فإنه يعني " وفق شواهد النتائج الملاحظية المعروفة لدينا الآن".

(2) **المفهوم المقارني للتدليل:** الذي يعبر عنه عادة بحمل تتخذ الأشكال التالية، أو أشكالا مشابهة لها:

(ا) "درجة تدليل e على h تفوق درجة تدليل 'e على 'h".

لدينا هنا علاقة ثلاثية تقوم بين أربع جمل. ويمكن أيضا اعتبارها علاقة ثنائيه تقوم بين زوجين من الجمل، h,e و 'h',e. بوجه عام ثمة اختلاف بين الفرضين 'h,h، وكذا الشأن بين الشاهدين 'e,e. قد يرتاب بعض العلماء في إمكان هذا النوع العام من المقارنة وقد يقومون بقصر تطبيق المفهوم المقارنى على المواقف التي تتم فيها مقارنة شاهدين نسبة إلى ذات الفرض (المثال ب أدناه)، أو تلك التي يتم فيها اختيار فرضين

نسبة إلى ذات الشاهد (المثال ج). في هدين الحالين يكون المفهوم المقارني علاقة ثلاثية تقوم بين ثلاث حمل.

(ب) "تحصل نظرية النسبية العامة اليوم على دعم من التجارب المعمليه والملاحظات الفلكية أقوى من الدعم الدى حصلت عليه عام 1905".

(ح) "الظواهر البصرية التي توفرت لدى علماء الفيزياء في القرن التاسع عشر تفسَّر بشكل أكثر ملاءمة بنظرية الضوء الموجبة منها من النظرية الجسيمية؛ بكلمات أخرى، توفر تلك الظواهر دعما للنظرية الأولى أقوى من دلك الدي توفره للنظرية الثانية"

(3) **المفهوم الكمي (أو القياسي) للتدليل**: هو مفهوم **درجة التدليل**. يبدو أن ثمة اختلافا في الرأي حول ما إذا كان مثل هذا المفهوم يرد في أحاديث العلماء العادية، أي ما إذا كانوا يحددون قيمة عددية لقدر الدعم الذي يحصل عليه الفرض من الشواهد الملاحظية، أو ما إذا كانوا يستخدمون فحسب مفهومي التدليل التصنيفي والمقارني. في نقاشنا الراهن، نعلق الحكم بخصوص الإجابة عن هذه المسألة؛ وحتى إذا اتضح صحة

الرأي الأخير، سوف يكون من المجدي أن نحاول إيجاد محلِّل كمي للمحلَّل المقاربي في نقاشنا العام لمختلف الحلول، سوف نستخدم الرمز 'c' للإشارة إلى درجة التدليل. هكذا نعنى من 'c(h,e) = q' "درجة التدليل على h نسبة إلى e هي q"، حيث h و e جمل، و r عدد حقيقي يقع بين 0_1

تاريخ نظرية الاحتمال هو تاريخ محاولات العثور على تحليل لمفهوم الاحتمال قبل العلمي. عدد الحلول التي تم اقتراحها لهذه الإشكالية عبر تطورها التاريخي عدد هائل، ورغم أن الفروق بينها طفيفة في بعض الأحيان، إلا أنها بيّنة في حالات كثيرة

لن نخوض فى هذا المقام في نقاش هذه المفاهيم المختلفة. في حين أن اهتمام أصحاب وقراء مختلف نظريات الاحتمال يتركز عادة على الحلول المقترحة فيها، سوف نقوم بفحص تلك النظريات من منظور مختلف. لن نتساءل عن الحل الذي يطرحه المنظِّر بل عن الإشكاليات التي رامت نظريته حلها؛ بكلمات أخرى، لن نتساءل عن المحلِّل المقترح بل عن هوية المفاهيم المحلَّله.

قد يبدو أن هذا السؤال تعوزه القيمة، كما أنه من البين أن محلَّل كل نظرية في الاحتمال هو المفهوم قبل العلمي للاحتمال، أي المعنى الذي تستخدم كلمة "احتمال" وفقه في اللغة قبل العلمية. ولكن، هل يصح افتراض وجود معنى واحد يرتبط بتلك الكلمة في استخدامها العادي، وعلى أقل تقدير، هل لنا أن نفترض أن هناك معنى واحدا تم اختياره من قبل أصحاب النظريات الاحتمالية بوصفه محلَّلا؟ حين ننظر إلى الصياغات التي يطرحونها لتوضيح أي معاني "الاحتمال" يرغبون في اعتباره محلَّلا، نعثر على عبارات تختلف باختلاف التعبيرات التالية: "درجة الاعتقاد"، "الجدارة بالثقة"، "درجة التوقع المعقول"، درجة الإمكان"، درجة مقاربة اليقين"، "درجة الصدق الجزئي"، "التكرار النسبي"، وكثير غيرها. إن هذه التعددية في العبارات إنما تبين أن افتراض أي محلَّل مفرد مشترك بين مختلف المنظرين افتراض باطل. قد نغرى حتى بالذهاب إلى حد الزعم بأنهم لا يتعاملون مع مفهوم واحد بل مع دزينة أو أكثر من المفاهيم المتباينة. على ذلك، أعتقد أن هذه التعددية مضلِّلة، إذ يبدو لي أن عدد المحلَّلات في مختلف نظريات

الاحتمال ليس واحدا ولا يقترب من الدزينة، وأننا إذا أغفلنا التنويعات الطفيفة واهتممنا بالجوانب الجوهرية، سوف نجد عددا قليلا منها، اثنين على وجه الضبط. في النقاشات التالية سوف نستخدم علامات سفلية كي نميز بين هذين المعنيين الأساسين للفظة "احتمال" اللذين تركن إليهما معظم نظريات الاحتمال المختلفة. وبالطبع فإننا نميز بين محلِّلين لا بين مختلف المحلِّلات التي تطرحها تلك النظريات متكثرة العدد. والمفهومان هما (1) **احتمال**$_1$ = درجة التدليل؛ (2) **احتمال**$_2$ = التكرار النسبي على المدى الطويل. إذا تحرينا الدقه سوف نقول إن هناك مجموعتين من المفاهيم، إذ ثمة نسبة لكل من (1) و (2) مفاهيم تصنيفية ومقارنية وكمية. على ذلك، لنا أن نعقل هنا هذه التمييزات

الموضوع الأساسي في هذا الكتاب هو إشكالية تحليل الاحتمال$_1$.

تسكل نظرية مفهوم درجة الاحتمال، المؤسسة على تعريف صريح لهذا المفهوم، **منطقا استقرائيا كميا**. إذا لم نتمكن من إيجاد محلِّل كمي ملائم، أو إذا استحال كما يزعم البعض

إيجاده، سوف نضطلع بمهمة تعريف محلِّل مفارني التي تعد أقل طموحا، والتي تفضي إلى **منطق استقرائي مقارني**...

سبق أن قمنا بتوضيح الاحتمال$_1$، المفهوم المنطقي للاحتمال، بوصفه محلًّلا، وسوف نقوم بتحليله لاحقا بشكل مفصل. وفي هذا المقام نطرح بعض التوضيحات للاحتمال$_2$، بغية توضيح ما يميزه عن الاحتمال$_1$. نظرية الاحتمال$_2$ نفسها تتجاوز نطاق هذا الكتاب، الذي يتعامل مع المنطق الاستقرائي، ويُعنى من ثم بالاحتمال$_1$. ثمة مثال تقليدي على استخدام لفظة "الاحتمال" بمعنى الاحتمال$_2$ يقر:

"احتمال الحصول على آص من هذا النرد هو 1/6."

نشير مثل هذه الجملة إلى خاصيتين (أو فئتين) من الحوادث: الفئه الإشارية K، فئة رميات النرد هنا، والخاصية المحددة M، خاصية الرمي بأي نرد ينتج عنه آص. تقر الجملة أن احتمال$_2$ M نسبة إلى K هو 1/6، وهي تختبر بالبحث الإحصائي. نقوم برمي النرد المعني عددا كافيا من المرات n، كما نقوم بعد الرميات m التي تنتج آصا. إذا كان التكرار النسبي **m/n** للآصات في هذه السلسلة قريبا إلى حد كاف من 1/6، نقر أن

الجملة قد تم التدليل عليها. بالمقابل، تفهم الجملة على اعتبار أنها تتنبأ بأن التكرار النسبي للأصات الناتجة عن رمى هذا النرد مرات عديدة سوف يكون 1/6. إننا نسلم بأن هذه الصياغة ليست دقيقة، غير أننا لا نقصد منها سوى التلميح إلى معنى "الاحتمال$_2$" بوصفه محلَّلا. أما جعل هذا المفهوم دقيقا، فمهمة يقوم بها المحلِّل

نحدد الآن باختصار خصائص بعض أهم أنواع الاستدلال الاستقرائي، دون أن نزعم أن القائمة التالية جامعة أو أنه لا تداخل بين عناصرها.

1) **الاستدلال المباشر**، أي الاستدلال من المجموعة الكلية على العينه. (يسمى أيضا بالاستدلال الداخلي أو الهابط). قد نفر e تكرار الخاصية M في المجموعة الكليه، وكذا شأن h نسبة إلى عينة تلك المجموعه.

2) **الاستدلال التنبئي**، أي الاستدلال من عينة على أخرى منفصلة عنها. (يسمى أيضا بالاستدلال الخارجي). هذا هو أكثر أنواع الاستدلال الاستقرائي أهمية وأساسية الحالة

الحاصة التى تكون فيها العبنة الثانية مكونة من فرد واحد يسمى **باستدلال التنبؤ المفرد**

3) **الاستدلال عبر المناظرة**، الاسدلال من فرد على آخر وفق ما يُعرف من أوجه تشابه ببنهما.

4) **الاستدلال المعكوس**، الاسندلال من عينة على المجموعه الكلية. (يسمى أيضا بالاستدلال الصاعد). يحتاز هذا النوع من الاستدلال على أهمية في سياق المسائل الإحصائية العمليه، تفوق تلك التي يحظى بها الاستدلال المباشر، لأننا عادة ما نحصل على معلومات إحصائية تقتصر على العينات التي تمت ملاحظتها بالفعل، بحيث تعوزنا المعلومات الخاصة بالمجموعه الكلية. لقد حظيت مناهج الاستدلال المعكوس (الذي يسمى غالبا "الاحتمال المعكوس") بكثير من الاهتمام في المرحلة الكلاسيكية وفي علم الإحصاء الحديث. الواقع أن الجدل حول سلامة المناهج التقليدية الخاصة بالاستدلال المعكوس قد شكلت أحد العوامل الرئيسة فى تطور مناهج الإحصاء الحديثة.

5) **الاستدلال الكلي**، الاستدلال من العينة على فرض ذي صياغة كلية. غالبا ما يعد هذا الاستدلال أكثر أنواع الاستدلال

الاستفرائى أهمية. الواقع أن لفظه "الاستفراء" عالبا ما اقتصر تطبيقها في الماصي على الاستفراء الكلي

III.في إمكان منطق استقرائي كمي

حين يتم نطوير المنطق الاسفرائى الكمي ــ وهذه مهمة لم يعدر لها أن تنجر حتى الآن، ولا يعد هذا الكتاب بإنحازهاــ بحيث يكون قابلا للتطبيق على لغة الفيزياء بأسرها، سوف يمكّن من تحديد على سبيل المثال أي زوج من زوجين من الفروض الفيزيائية يحصل على دعم أقوى من قبَل فئة من النتائج الملاحظية، ما يحعله مفضلا من وجهة نظر استقرائية. بشير المرتابون في إمكان تشكيل منطق استقرائي كمي، وهم محقون في هذا الخصوص، إلى حفيفة مفادها تنوع العوامل المؤثرة في اختيار الفرض فى ممارسة العلم. بعض منهم يعتقد أن تحديد هذا التخير عىر صيع حسابية بسيطة لا يقل منافاة للعقل عن تحديد، نسبة لكل رحل، المرأة التي يناسبه رواحها.

وللحكم على مثل هذه الاعتراضات، من المهم أن نعي بشكل واضح طبيعة المنطق الاستفرائى والمهمة المنوطة به، خصوصا ما يميره عن نهح الاسنفراء. لىس بمقدور المنطق

الاستقرائي بمفرده تحديد أفضل الفروض نسبة إلى الشاهد المتوفر، إذا كنا نعني بأفضل الفروض ذلك الذي سوف يفضله العلماء المهرة. السبب في ذلك إنما يرجع إلى أن هذا التفضيل تحكمه عوامل متعددة ومتنوعة ، بعض منها منطقية، منهجية، وأخرى ذاتية صرفة

إذا أفكر عالم الفيزياء فيما إذا كان يتعين عليه قبول فرض عوضا عن آخر وفق نتائج ملاحظية متوفرة لديه، لن يكون في وسعه أن يفيد من المنطق الاستقرائي إلا في جانب واحد. اذسوف يحدد له هذا المنطق ما إذا كان الشاهد يدعم فرضا بدرجة أقوى من تلك التي يدعم وفقها فرضا آخر. إذا كان المنطق الذي يستخدمه ليس مقارنيا فحسب، بل كمي أيضا، سوف يحدد له درجة دعم الملاحظات لفرضه، أي درجة الاستلزام المنطقي الجزئي. غير أنه لن يفيد من هذا العون إلا إذا كان المنطق الاستقرائي قد بلغ حدا كافيا من التطور وتمكن هو من إيجاد سبيل لتطبيقه على حالته الخاصة. أما سائر العوامل الأخرى التي تؤثر في تفكيره وقراره فتتجاوز نطاق المنطق الاستقرائي

حتى لو قمنا بالتمييز بشكل واضح بين العوامل المنطقية والعوامل المنهجية وغير المنطقية، تظل مسألة إمكان منطق استقرائي كمي بعيدة عن الحسم. تبقى على وجه الخصوص إشكاليتان: هل يتسنى قياس العوامل المنطقية، بحيث تحدد لها قيم عددية؟ وهل بالمقدور إيجاد دالة رياضية لتلك القيم العددية تمثل درجة التدليل، أي محلّل كمي ملائم للاحتمال؟

يرتاب بعض الطلاب أو يقولون باستحالة طرح تقويم عددي حتى لبعض العوامل التي اعتبرناها منطقية. دعونا نفحص كمثال العوامل التي يذكرها كرابس في هذا الخصوص. بعد أن يناقش الاستدلال بالمناظرة تراه يتحدث عن الاستدلال الاستقرائي الكلي الذي يفضي من الخبرة إلى قوانين، أي إلى جمل ذات محتوى كلي. يقول كرايس، "وعلى وجه الخصوص، إذا اختارت جملة من هذا القبيل على نتائج شديدة التنوع وقابلة للتطبيق على حالات كثيرة، بحيث يكون بالمقدور تأسيسها على نتائج خبراتية متنوعة، لا سبيل لإنكار استحالة وجود مقياس عددي لهذا التأسيس أو التدليل الامبيريقي. البحث عن قيمة عددية لمدى يقينية قانون العطالة أو مبدأ بقاء الطاقة مثلا

محاولة واهمة، وكذا الشأن نسبة إلى المبرهنات الأقل دعما في هذا المجال أو في غيره من المجالات. بالنسبة إلى أية جملة من هذا القبيل، بسط ودقة بدليلها الامبيرقي، وغنى وخصوبة تطبيقها، وليس أقل من ذلك الاعتراضات ضدها التي يتعين الخلاص منها عبر افتراضات جديدة، كل هذه عوامل تحول من حيث المبدأ دون أي تحديد عددي"[35]. بقوله "من حيث المبدأ" يشير كرايس إلى رغبته في إغفال الصعوبات الناجمة عن حقيقة كون مناهج المنطق الاستقرائي لم تتطور بعد إلى حد كاف، وحقيقة أن التعقيد الهائل الذي ينطوي عليه الموقف نسبة إلى أمثلته قد يحول عمليا دون القيام بتحديد عددي. من العوامل التي يأتي على ذكرها، تعد التالية عوامل ذات طبيعة منطقية: بسط المواد الملاحظية المدللة؛ وتنوعها؛ ودقتها؛ وبسط (وتنوع ودقة) المواد الداحضة في النص المقتبس، يصدر كرايس حكمين مختلفين بخصوص هذه العوامل. إنه يقر (1) أن " كل هذه عوامل تحول من حيث المبدأ دون أي تحديد عددي"، ولذا (2) "يستحيل وجود مقياس عددي لهذا التدليل الامبيريقي".

[35] J von Kries, *Die Prinzipien der Wahrscheinlichkeitsrechnung* Freiburg 1886, pp 25 f

يتوحب التسليم بالصعوبة الكأداء المتصمنه فى (2) والتى سوف نعنى بنفاشها في الجرء التالي. عير أن الإقرار (1) يبدو مفاجئا، إذ أن نعيضه يبدو واضحا، كما أنه مفترض بوجه شبه عام من قبل العلماء.

دعونا نقم بفحص دقيق لهدا الحكم. إنه يقر أنه يستحيل من حيث المبدأ تحديد قيمة عددية للعوامل التى يأتى على ذكرها ــ بصرف النظر عن مسألة ما إذا كان بالمقدور استخدام هذه القيم في تحديد درجة التدليل. هناك بداية إشكالية إحصاء عدد الحالات التدليليه والداحضة للفرض الكلي المعطى h في التقرير الملاحظي المعطى e. صحيح أن ثمة صعوبات منضمنة في هذه المسألة، رغم أنه كثيرا ما يغض الطرف عنها. عادة ما يفترض، نسبة إلى كل المقاصد العمليه، وضوح ما يُعنى بالحالة المدلِّلة والحالة الداحضة لــ h، ومن ثم ما يعنيه عدد هذه الحالات في e. لقد كان كارل همبل، فى بحثه في مفهوم التدليل، أول من نبه إلى الصعوبات المتضمنة في تلك المفاهيم بالمقدور إيجاز الصعوبة الأساسية على النحو التالي. هب أن h

هو القانون البسيط $(x)(Mx \rightarrow M'x)$،[36] حيث " M "، " M' " محامبل جزيئية. قد تكون h مبلا كل البجع أبيض. هب أيصا أن s هي " Mb . M'b " (أى أن"b بجعة بيضاء"). يبدو من الطبيعي اعسار s حالة تدليلية على القانون h. افترض الآن أن r هي " Mc . M'c " ("c بجعه لبست ببصاء"). سوف يبدو من الطبيعي أيضا أن نعتبر r حالة داحضة لـــ h. افرض الآن أن s' نفر " Md . M'd " ("d ليست بجعة ولا بيضاء"). قد نغرى في البداية باعتبار d حالة غبر متعلقه بالفرض h، أي بإقرار أنها ليست حالة تدليلية عليه ولا داحضة له. ولكن، هب أن h' قانون يقر $(x)(M'x \rightarrow Mx)$ ("كل ما ليس بأبيض ليس بجعة"). علاقة s' بـــ h' هى ذات علاقة s بـــ h، ولذا تعد d حالة تدليلية على h'. غير أن h متكافئة_L مع h'، فهما يعبران عن ذات القانون ولا يختلفان إلا من حيث الصياغة، ما يوجب على كل ملاحظة أن تدل عليهما معا أو لا تدل على أي منهما. من جهة أخرى، إذا

[36] [فـي هـذه الصياغة، (x) تعني "تصرف النظر عما تكونه x"، أو باختصار "بالنسبة لكل x". هكذا تقرر الصياغة في مجملها "بالنسبة لكل x، إذا كانت x تختص بالخاصية M، فـإن x تختص بالخاصية M'"، أو "كل M هو M'". الرمز '_' يعني "ليس"] (المحرر)

وحد من يرغب في احتبار الفانون الدي يفر أن كل البجع ابيض شيئا ليس بعجة، حجرا مثلا، ولاحظ أنه رمادي اللون وليس أبيض، من المرجح أن يتردد في اعتبار ملاحظته حالة تدليلية على ذلك الفانون. نقترح تسمية هدا اللغز بمفارقة همبل، كونه أول من أشار إليه وطرح حلا له

يفترح همبل تعريفا لمفهوم الحالة التدليلية يفترض أنه يتغلب على هده الصعوبة فضلا عن صعوبات متضمنة أخر. حتى لو كانت هناك شكوك حول كون تعريف همبل أضيق مما يجب، يبدو من المعقول أن نفترض إمكان الحصول على تعريف ملائم. وعلى أي حال، لم يتسن بعد لأحد طرح أية أسباب تسوغ الحكم باستحالة إيجاد مثل هذا التعريف من حيث المبدأ. على العكس تماما، يتحدث العلماء تكرارا عن عدد الحالات التدليلية. قد يقول عالم الفيزياء على سبيل المثال إنه قام بإجراء ست تجارب لاختبار قانون بعينه وإنه اكتشف أنه مدلل عليه من قبل جميع الحالات الست. أيضا قد يقر الطبيب أنه جرب عقّارا جديدا على عشرين حالة مرضيه وأنه وجد أنه ناجح في اثنتى عشرة حالة، فاشل في خمس، في حين أن

النتيجة لم تكن واضحة في سائر الحالات الثلاث، مشيرا بهذا إلى حالات تدليلية وأخرى داحضة وثالثة غير متعلقة بفرضه الذى يقر إيجابية آثار عقاره نسبة إلى المرض المعنى. فى مواقف أخرى، يكون تطبيق مفهوم الحالة التدليلية أقل وضوحا. لكن هذا إنما يبين أن المفهوم غامض فى جوانب بعينها. بيد أن كل المحلّلات غامضة بدرجة أو بأخرى، وهذه حقيقة لا تثبت استحالة طرح محلّلات.

دعونا إذن نفترض، كما يبدو أن جل العلماء يفترضون ضمنا، إمكان تعريف مفهوم الحالة التدليلية؛ سوف يكون مفهوم الحالة الداحضة قابلا بسهولة لأن يعرَّف. بعد ذلك نستطيع أن نحصي عدد الحالات التدليلية التى يشتمل عليها التقرير الملاحظي e. إذا كانت الحالات تنتمي إلى أنواع مختلفة، سنستطيع تحديد عدد الحالات التدليلية الخاص بكل نوع. لن يصعب آنذاك تحديد مقياس لدرجة تنوع توزيع الحالات، وفق عدد الأنواع وأعداد حالات كل منها. إذا لم تكن الفروق بين الأنواع نوعية فحسب (ذكور وإناث مثلا، أو كائنات بشرية، كلاب، وخنازير هندية) بل كمية أيضا (أشخاص من أعمار،

أوزان، ودرجات ضغط دم مختلفه مثلا)، سوف نتوقف درجة التنوع أيضا على توزيع الحالات نسبة لكل من المقادير المتعلقه (مقاسة مثلا وفق الانحراف المعياري). بهذه الطريقة، نحصل على أعداد تحدد ما يسميه كرايس بسط وتنوع التدليل الامبيريقي. وبذات الطريقه، يمكن تحديد بسط وتنوع الحالات الداحضة عدديا.

يظل اعتبار كرايس الدقة التي تحقق الملاحظات وفقها القانون عاملا غير قابل للتقويم العددي أكثر مدعاة للاستغراب. إن هذا العامل لا يدخل في الاعتبار إلا إذا كان القانون يشتمل على مفاهيم كميه، مثال المقادير المادية، وكان التقرير e يشير إلى نتائج قياس تلك المقادير. لقد سبق أن تم تطوير مناهج لقياس الدقة بالمعنى المراد هنا منذ فترة طويلة في أحد فروع الإحصاء الرياضي يسمى بنظرية الأخطاء، وهي تطبق باستمرار في كثير من فروع العلم (فمثلا، غالبا ما تعتبر القيمة المتناسبة عكسيا مع الانحراف المعياري مقياسا للدقة)

لا يتضح تماما ما يعنيه كرايس حين يقول إن القانون "قابل للتطبيق على حالات كثيرة" وحين يشير إلى "غنى

وحصوبه تطبيقاته". ربما يريد من "تطبيقات" القانون نتائج ملاحظية. لكن هذا يعنى أن هذه العبارة لا تشير إلى عامل جديد بل تكرر بكلمات مغايرة ما سبق له إقراره. لعله إذن يعنى من "تطبيقات" القانون تطبيقاته التقنية المفيدة عمليا. في هذه الحالة يكون العامل المشار إليه منهجيا أو تقنيا لا منطقيا، ما يستلزم أنه لا سبيل ولا مدعاة لأخذه في الاعتبار نسبة إلى مفهوم درجة التدليل.

لقد بيّن نقاشنا أن أولى محاجتي كرايس وآخرين، التي حاولوا بها إثبات استحالة وجود درجة كمية للتدليل، محاجة ضعيفة يمكن دحضها بسهولة. مفاد نتيجتهم هو أن هناك عوامل منطقية محددة، يقال بحق إن درجة التدليل ترتهن بها، لا تقبل التقويم العددي من حيث المبدأ. خلافا لذلك، رأينا أنه يمكن على نحو معقول تقويمها عدديا.

بعد الخلاص من أولى محاجتي كرايس وآخرين، التي حاولوا بها إثبات استحالة وجود درجة كميه للتدليل، يمكن صياغة المحاجة الثانية على النحو التالي: حتى إذا أمكن عزو قيم عدية لكل عامل من العوامل سالفة الذكر، التي ترتهن بها

درجة التدليل، يظل من المستحيل إيجاد تعريف لمفهوم كمى لدرجة التدليل يمثل بشكل ملائم هذا الاربهان، وذلك لأن الأدوار التى تقوم بها مختلف العوامل يختلف الواحد منها عن الآخر ويتنوع بتنوع الموقف، ما يحول دون تلخيصها في عدد تعينه.

ورغم أن هذه المحاجة لا تشكل إثباتا مقنعا للاستحالة المزعومة، إلا أن الظروف التى تشير إليها تستحق اهتماما مدققا، كونها تشتمل على صعوبات يتوجب على كل محاولة تتدل صوب تشكيل منطق كمي أن تواجهها.

[هنا يقوم كارناب بمناقشة محاجة كرايس الثانية ــ المحرر].

مقدمة للبساطة[37]

رتشارد ردنر

حصل رتشارد ردنر على درجه البكالوريوس من كليه الملكات وعلى درجه الماجستير والدكتوراه من جامعه بنسلفنيا. قام بالتدريس في كورنيل، تفتس، سوارثمور، وجامعه ميتشجان، وهو الآن أستاذ الفلسفه ورئيس قسمها في جامعه واشنطن. أيضا فإنه يشغل منصب مدير تحرير مجله "فلسفه العلم" وله العديد من الدراسات.

بصرف النظر عن السكينة أو عوز الوعي الذاتي الذي ينـــتاب العالم الممارس حين يقبل أو يرفض النظريات، لا سبيل لإنكـــار أن مسأله تشكيل تحليل فلسفي ملائم لمثل هذه الممارسة تظـــل فـــي حالـــة أزمـــتها المزمنة. لقد شهد الماضي القريب

[37] From Richard Rudner, "An Introduction to Simplicity", *Philosophy of Science*, XXVIII, No 2 (April 1961) Pp 109-115 Reprinted by permission of the author who is also editor of the journal

محــاولات باررة ومفيده (كتلك النى قام بها كارناب ورايكنباخ) لطــرح دلــك التحليل أساسا فى شكل **منطق للاستقراء**. ونسبه لمقاصد موضع انشغالنا الراهن، لا مدعاة لاستعادة اعتبار مدى صـحة الاعتراضـات التـي تبادلها أشياع نظريات الاستقراء "الموضوعية" أو "الإحصائية" مع أنصار "النظريات المنطقية فى التدليل". والواقع أنه لا مدعاه حتى للخوض في المحاجات التي لا تدافع عن أي من دينك الموقفين بل وجهت ضدهما، ولا تلك النـي تدافـع عـن أحدهما وتوجه ضد تيارات "ثالثة" من قبيل نظـريات الاحـتمال "الذاتـي" التى ظهرت في الآونة الأخيرة. الحقـيقة المؤسفة هي أنه بخصوص الاعتراضات المقنعة ضد نظـريات الاسـتدلال الاستقرائي، تعانى الأدبيات الفلسفية من ارتباك ناجم عن الوفرة.

على ذلك، فإن السبب الذى يحول دون قدرة أي من تلك الاعتـبارات على إعاقتنا إنما يتعين فى حقيقة أنه حتى إذا قدر لأى من برامج المنطق الاستقرائى سالفه الذكر أن تكتمل، بحيث تحقـق مـا أمّله أصحابها، فإنها لن تشكل قاعده كامله أو عامة للتخـير بين النظريات. ثمة اعتبارات مغايرة للقوة التدليليه يعد

تقويمهـا شـرطا ضـروريا للتخير العقلانى (أي الجدير بالثقة العلمـية) بين الفروض. يمكن أن نشير إلى أحد تلك الاعتبارات الإضافية بالكلفة المرتبطة بقبول أي فرض، وثمة فلاسفه وكثير مـن العلماء (بعض منهم معنيون بنظرية القرارات) شرعوا في الآونة الأخيرة في إيلاء تحليل هذا المفهوم الاهتمام الذي استحقه دومـا. وبصرف النظر عن مدى أهمية وقدر الاهتمام بالمشاكل المـتعلقة بتحليل الكلفة، فإننا لسنا معنيين بها في هذا المقام، بل يشـغلنا اعتـبار ثالـث يعد تحليله هو الآخر شرطا ضروريا للحصول على نظرية ملائمة فى الاستدلال الاستقرائى. وبطبيعة الحال فإننى أتحدث هنا عن **البساطة**.

حـالات الإشـارة إلـى البسـاطة في العلم والفلسفة لا تحصـى، وهى متنوعة إلى حد كبير من حيث المقصد والدقة. قـبل الشـروع فـي العناية بأمر هذا المفهوم أو توكيد أهميته، يتوجـب أن نقوم بقصر مجال الاهتمام على حد بعينه. يمكن لنا إنجـاز ذلك عبر تصنيف كل الإشارات المتنوعة للبساطة التي ورثـناها، بحد أدنى من التعسف، ضمن منظومة تصنيفية ليست معقدة. هكذا يمكن تصنيف استخدامات "البساطة" إلى **انطولوجية**

(مـــا بعـــد للغـــة) أو وصفية (لغوية). التصنيفات الفرعية لهذه الأصـــول هي **ذاتي** (سيكولوجي) **وموضوعي** (لا سيكولوجي). أيضـــا، مـــن المفيد أن نميز ضمن الاستخدامات **الوصفية** بين **التنويتـــي** (المتعلق بالرموز) **والمنطقي** (**البنيوي**). تكفي الأمثلة القلـــيلة التالية لتبيان ذات درجة الوضوح التي نختار الآن نسبة إلى هذه الأنواع الستة.

اعتـــبر بداية البساطة الانطولوجية. من البين أن كثيرا مـــن الناس الذين استخدموا لفظة "البساطه" أو مرادفاتها يريدون عـــزو خصائص بعينها للكون عوضا عن أوصافنا له. عندهم، الكـــون المفـــارق للغـــة، أو قطاع منه، هو الذي يقال عنه أنه يعرض أو يخفق في عرض درجه أو أخرى من البساطة. فضلا عـــن ذلـــك، فإن عزو خاصية البساطة قد توصف بأنها **ذاتية** أو **موضوعية**، وفقا على ما إذا كان مفاد مقصدهم أن الكون بسيط (أو خـــلاف ذلـــك) **بشكل مستقل عن طريقتنا في إدراكه** أو أن الكون (المفارق اللغة) يدرك من قبلنا بوصفه بسيطا (أو خلاف ذلـــك). إذا كـــان المراد من الاستخدام هو أن "البساطة" محمول للعـــالم بشـــكل مستقل عن إدراكنا إياه، سوف يُصنف على أنه

انطولوجـــي_موضوعي. فى المقابل، إذا فهمت "البساطة" على أنهـــا محمـــول لاستجاباتنا (المفارقة للغة) للكون (المفارق لها)، ســـوف نعـــدر هدا الاستخدام انطولوجيا_ دانيا. وبالطبع، فإن حـــالات عزو البساطة للكون ولاسنجاباتنا له منكثره فى أدبيات العلـــم والميتافـــزيقا، رغـــم أنها بدت لي دوما غامضة بشكل أساســـي. ولكن، بعد أن ذكرنا أنفسنا بها، لا حاجة لنا بالتفصيل فـــي أمرها أكثر مما هو متطلب لملاحظة أن البساطة الوصفية، عوضا عن الانطولوجية، هي التي تشكل موضع اهتمام نظريات الاستدلال الاستقرائي

نلتفـــت الآن إلى اعتبارات لغوية، فى مقابل الاعتبارات الانطولوجـــية، فـــنقر أن لـــنا أن نمـــيز تحت مقولة **البساطة الوصـــفية** نوعين: البساطة الوصفية التنويتية والبساطه الوصفية المنطقية. مره أخرى، ليس من شأننا في هذا المقام البت فى أمر إمكـــان الدفـــاع عـــن التميـــيز بين هذين الضربين من بساطة الأوصـــاف. إنني باستخدام هذا التمييز إنما أشير إلى خصائص وصفية مختلفه من قبيل الاختزال فى مقابل مدى المحاميل التى تشـــتمل علـــيها تلك الأوصاف. عزو البساطة لوصف ما وفق

خاصـــية تنوينية من قبيل عدد الرموز (الحروف الأبجديه مثلا) التي يشتمل عليها، بشكل مستقل عن استجاباتنا السيكولوجية لهذه الخاصـــية، يعتبر حاله للبساطة التنويتية_الموضوعية. من جهة أخرى، فإن عزو البساطة إلى الوصف وفق ألفة التنويت، أناقته، عمليـــته، فعاليته في التداول، أو أي من خصائصه الجماليه، ، سوف يعد حالة للبساطة التنويتية_الذاتية.

بهـــذا المعـــنى، لا تشـــكل البســـاطة التنويتيه بنوعيها الموضوعي والذاتي موضع انشغالنا فى النقاش التالي. ما نعنى بـــه هو بساطة الوصف المنطقيه (أو الصورية)، خصوصا منها الأوصـــاف التي تشكل نظريات علمية. فضلا عن ذلك، وعلى اعتـــبار أنـــنا لسنا معنيين بكيف يستجيب الناس على المستوى النفســـي للخصائص المنطقيه التي تختص بها النظريات، لنا أن نحـــدد موضـــع عنايتـــنا فـــي البساطة المنطقية_الموضوعية. الإشارات التالية، ما لم تقر خلاف ذلك، تقتصر على هذا النوع من البساطه.

تشكل ملاحظة أهمية اعتبارات البساطة نسبة إلى فلسفه العلم ظاهرة في الماضي القريب. ليس هذا أمرا مفاجئا كلية، في

ضـــوء حقـيقة أن التطورات التي طرأت على المنطق، والتي ارتهن بتطبيقها كثير من الأعمال المهمة التي تم إنجازها، تشكل بدورهــا ظاهــرة في هذا القرن. ولكن بالرغم من أهمية طرح تحلــيل ملائم لمفهوم البساطة، اقتصر الاهتمام بإنجاز عمل مهم ومــؤثر فــي هــذا الخصــوص على حلقة صغيرة نسبيا من الفلاســفة. وفي الآونة الأخيرة، اتسعت هذه الحلقة بسبب الدفع الــذي لقيــته مــن النتائج الإيجابية والمفصلة التي خلص إليها خصوصــا البروفيسور جودمان. ومهما يكن من أمر، وبصرف الــنظر عــن بطء البدايات، ثمة أعمال يقوم بها عدد متزايد من الفلاسفة المقتدرين تنجز في الوقت الراهن، وبمقدورنا أن نؤمل فــي الحصول على حل إشكاليات البساطة التي استعصت علينا إلى حد جعل البعض يرتاب في إمكان حلها.

ولعل في التلميح لبعض جوانب علاقة البساطة بالنزعة التنظيمية أفضل وسيلة لتوكيد أهمية الحصول على تحليل ملائم لهذا المفهوم

ليس النسق مجرد حلية من حلي العلم، بل هو ذات لبه. إنـــنا لا نعني بهذا القول مجرد إقرار أن مهمة العلم لا تكمن في

تحمبع معلومات اتفاقيه معرولة لا رابط بينها، بل نعني أنصا أن أحــد مــثل العلم إنما يتعين فى طرح تفسير منطم للعالم ــ أي الربط عبر علاقات منطفية بين مفاهيم وجمل تجسد أى قدر من المعلومـــات يـــتم احتياره. الواقع أن مثل هذا التنظيم يعد شرطا ضـــروريا لأداء العلـــم اثنتيـــن من وظائفه الأساسية: التفسير والتنبؤ.

العمـــل الـــذى ســـبق إنجـــاره بخصـــوص البســـاطه الصـــورية_الموضـــوعبة، كـــالعمل الذي يتم إنجازه فى الوقت الراهـــن، يخفـــق في طرح تحليل ملائم ومتكامل لهدا المفهوم. خلافا لذلك، استبين على وجه الضبط أن إشكاليات ذلك المفهوم تتشـــعب إلى حد يستوجب بدل الكثير من الجهود. غير أن ما تم إنجـــازه يوضـــح أننا أصبحنا على جاده الدرب الصحيح ويبشر باســـتمرار تحقيق المزيد من التقدم. إنه إنجاز باهر، فكما نلحظ من الأدبيات، شكّل الشعور باليأس قبالة إشكالية تحليل البساطة (وهـــو شـــعور مستتر بدرجة أو أخرى)، أو التخلي عنها كلية، اســـتجابة سائدة عند أصحاب أقدر المهارات الذين عنوا بأمرها. دعونا إذن نراجع بإيجاز ما تم إنجازه.

يشـــار تكرارا إلى أن البساطة الصورية تشكل موضع اهتمام مشترك بين المقاربتين الأساسيتين اللتين اشتملت عليهما تلـــك الأدبيات. على ذلك ثمة فروق جوهرية تميز بينهما، وكما سوف أبين، ثمه أسباب تستدعي الريبة في تصنيف إحداهما على ذلـــك الـــنحو. تنحو إحدى تينك المقاربتين، الأكثر حداثة فيهما، صـــوب تحليل فكرة قياس البساطة الصورية للأسس المفهومية (أي المحمولية) للأنساق الوصفية أو النظريات. النتائج الإيجابية الـــي تـــم الخلاص إليها تعزى أساسا إلى رجل واحد، نيلسون جودمـــان، وهـــي نـــتائج يتضـــح أنهـــا تتعلق بمفهوم البساطة المنطقية_الموضوعية وفق التحديد سالف الذكر. ترتبط المقاربة الثانية، الأقدم عهدا، "بإشكالية موضعة المنحنى". وبالطبع، فإن فكره وجوب أن يقوم العالم الذي يصادف معطيات يمكن تمثيلها فـــي شكل فئة من النقاط البيانية، باستقراء "أبسط" منحنى (أي "الأكثر سلاسه") أو بإيجاد دالة تصف تلك المعطيات، تعد فكرة فاشـــية. مـــن البين أن مثل هذا النصح يثير إشكالية تمييز أبسط دالـــة ضمن البدائل المتاحة. ما المعايير المقنعة للبساطة في هذا السـياق؟ فـــي ضـــوء مـــا سلف لنا ذكره، لن نعنى بالإجابات

المتســمة بطابع انطولوحي أو ذاتي. في العقود الثلاثة الأخيرة، فــيما يــتعلق بمعايــير البساطة الموصوعية، نسبة إلى إشكاليه موصــعة المنحنى ، تحظى أعمال هارولد جفري، ك.ر. بوبر، وجــون كمني بأهمية خاصة. غالبا ما يشار إلى الإسكالية التي تشــكل موضع اهتمامهم نحت اسم "مشكلة البساطة الاسفرائية"، وهــي تســمية أعتــبرها مصللة إلى حد ما، رغم أنني سوف استعملها بسبب شيوعها.

قــد يعتقد أن محاولات تحليل مفهوم البساطة المنطمة، مــن قبــيل محاولــة جودمان، تعني أساسا بخصائص البساطه المتعيــنة في فئات المصادرات. هكذا قد يغرينا القول، عن أى نظريتين ملائمتين على نحو متكافئ، إن الأقل منهما مصادرات تعد انطولوجيا الأكثر بساطة. بيد أن قليلا من إعمال الفكر يكفي لتبــيان أن هــذا المقترح ليس مفيدا ولا واعدا، ما يفضي بشكل طبيعي إلى وجوب اعتبار بساطة محاميل النظرية الأولية. ذلك أن عــدد مصادرات أيه نظرية المتناهي يمكن أن يرد إلى واحد عــبر القيام بوصلها. وفق معيار عدد المصادرات، سوف تتكافأ كــل نظــرية مع النظرية التي تحقق الحد الأعلى من البساطه.

أيضـــا لا ســـبيل لتحسين هذه النتيجه المنافية للعقل عبر طرح اشـــتراط بدهـــي يـــتعلق بعـــدد المكونـــات الوصـــلية في فئة المصـــادرات. دلـــك أنـــه إذا كان فحوى هذا الاشتراط هو أن المصادرة التى تتخد على سبيل المثال الصياغة:

$(f_x \cdot g_x)$

أقل بساطة من المصادرة ذات الصياغة:

h_x

فإن الخلل في ذلك الاشتراط يتصح بمجرد أن نلحظ أنه يســـهل دومـــا تشكيل (أي تعريف أو تحليل) محمول h بحيث تكون:

$h_x \equiv (f_x \cdot g_x)$

قضيه صادقة منطقيا. وفق هدا، يمكن رد أية مصادرة تشـــتمل علـــى عـــدد متناه من المكونات الوصلية إلى مصادرة تشتمل على مكون وصلي واحد، ما يستلزم أن كل المصادرات تعـــد وفـــق دلك المعيار على ذات القدر من البساطة. حتى هذا المـــثال البسيط يوصح أن الحصول على معنى متعلق "للبساطة" يســـتوجب تجـــاوز اعتـــبار عـــدد المصادرات أو مجمل بنيتها المنطقـــية، بحيث نستوعب البنية المنطقية التي تحتازها الأسس المحمولية فى النظريات.

وطالمـــا أنـــه من المعقول افتراض أن النظريات التى تشـــكل موضـــع اهتمامنا تتقاسم ذات القدرات المنطقية، يتوجب العـــناية بالبســـاطة الصورية التي تختص بها المحاميل ما بعد المنطقية. الواقع أن هذا هو النهج الذي يتبناه جودمان. لقد تسنى لـــه نتيجة عمل استغرق عدة سنين، وعبر عملية تعديل يتعاظم قـــدر نجاحهـــا، تشـــكيل حساب لبساطة المحمول يوفر مقياسا لبســـاطة الأســـس المحمولية الخاصة بمختلف الأنماط المنطقية المـــتعلقة. بوجـــه عـــام، وبشكل لا مناص من غموضه، يمكن اعتـــبار تحديد جودمان لقيم البساطة مرتهنا بالطريقة التي تقوم بها محاميل النظرية ما بعد المنطقية، عبر خصائص منطقية من قبيل الانعكاسية أو التماثلية، بتنظيم الكينونات التي تشكل محتوى النظرية الكلي.

لفهـــم فحـــوى عمل جودمان من المهم أن نتجنب خلطا (نادرا ما وفق منتقدو عمله في تجنبه)، عنيت الخلط بين بساطة الأساس وقدرته. تتكافأ قدرات فئات المحاميل الخاصة بالنسقين S و 'S إذا كـــان بالمقدور تعريفهما على نحو متبادل. هب أنه لـــيس هناك محمول ينتمي إلى فئة محاميل S معرَّف عبر أي

محمول آحر فى S. لو كانت قدرة الأساس متماهية مع بساطته، "لما كان هناك أساس أبسط لـــ S [يمكن الحصول عليه] مـــن اعتبار كل محاميل S أوليه"[38]. بيد أن ما نرغب فى قياسه إنمـــا يتعين على وجه الضبط في بساطه نسق آحر 'S الأعظم قـــدرا الـــذى يعد أساسه الأولي "أضيق" (أي نسق يقوم أساسه بالتنظـــيم عـــبر تعريف سائر المحاميل باستخدام فئة جزئيه من عددهـــا الكلى فى النسق) نسبه إلى نسق S أساسه هو الأساس الممكـــن "الأوســـع". إنـــنا نستهدف في نهاية المطاف اقتصادية النســـق: وكما أننا نحصل على مؤشر لاقتصادية السيارة لا من الدرايـــه بالمسافة التي قطعتها بل من قدر الوقود الذى احتاجته لقطع تلك المسافة، فإن الأمر لا يختلف مع اقتصادية النسق. إن قـــدرة النســـق تناظر تماما المسافة التي تقطعها السياره في أن الدراية بها لا تكفي وحدها لقياس مدى اقتصاديتها. لتحديد مدى اقتصـــادية النسق نشترط أيضا مقياسا لبساطة قاعدته، وهذا ما يروم حساب جودمان توفيره.

---

[38] N. Goodman, "Recent Developments in the Theory of Simplicity", *Philosophy and Phenomenological Research*, XIX (1959), P. 430

الجزء الثاني

مقاربات تاريخية

البارادايم ونماذج لإساءة تأويل العلم[39]

تومس كون

حصل تومس كون على درجة الماجستير والدكتوراه في الفيزياء من جامعة هارفارد، غير أنه شرع منذ أن كان طالبا في الدراسات العليا في دراسة تاريخ العلم، حتى أصبحت مدار اهتمامه الاحترافي. شغل منصب أستاذ تاريخ العلم في جامعة كاليفورنيا، في بركلي، وهو يدرّس الآن في جامعة برنستون. من مؤلفاته "الثورة الكوبرنيكية: علم فلك الكواكب في تطور الفكر الغربي"، و "بنية الثورات العلمية".

"Planetary Astronomy in the Development of Western Thought", and "The Structure of Scientific Revolutions"

---

[39] From Thomas Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions* (Chicago University of Chicago Press, 1962), pp 77,79,81-84,102,119-121,125-128,139-140,144-146, *Passim* Copyright 1962 by The University of Chicago

(أخذت من ترجمة شوقي جلال من هذا الكتاب، التي ظهرت تحت عنوان "بنية الثورات العلمية"، سلسلة عالم المعرفة، الكويت، 1992)[المترجم]

ليســت هناك عملية كشف تاريخ التطور العلمي النقاب عنها تشبه بأي حال النموذج المنهجي الخاص بالدحض عبر المقارنة المباشــرة بالطبيعة. لا يعني هذا أن العلماء لا يقومون برفض الـنظريات العلمية، كما لا يعنى أن الخبرة والتجربة لا تقومان بــدور فاعل في عملية رفض تلك النظريات. لكنه يعني أن عملية الحكم التي تقضي بالعلماء إلى رفض نظرية سبق قبولها تـنهض دومــا على ما هو أكثر من مجرد مقارنة هذه النظرية بالعالم

ليس ثمة بحث علمي يخلو من الحالات المخالفة. إذ ما الذي يمــيز العلم القياسي عن العلم حال الأزمة؟ بالتوكيد أنه لا يتمثل فــي كــون العلم القياسي لا يواجه حالات مخالفة. على العكس تمامــا، فإن الأحاجي التي تشكل هذا الضرب من العلم لا توجد إلا لأنــه ليس هناك نموذج أمثل (بارادايم)، يوفر قاعدة للبحث العلمــي، ينجح في حل كل إشكالياته بشكل تام. النماذج المثلى القليلة التي بدت أنها نجحت في ذلك (النظريات الهندسية مثلا) مــا لبثــت أن توقفــت عن إثارة الإشكاليات البحثية وأصبحت عوضــا عــن ذلــك أداة يوظفهــا المهندسون. وإذا ما استثنينا

الإشـــكاليات المتعلقة حصرا بالأجهزة التقنية، يمكن اعتبار كل إشكالية يجدها العلم القياسي أحجية حالة مخالفة ومن ثم مصدرا للأزمة. ..

حـــالات التضارب لا تختفي إطلاقا. وحتى أكثرها عنادا لا يلبـــث أن يمتثل للممارسة القياسية في العقود الستة التي تلت حسابات نيوتن الأصلية، لم تتم ملاحظة سوى نصف ما تم التنبؤ بـــه فيما يتعلق بحركة أقرب نقطة على سطح القمر إلى الأرض (حـــركة القمـــر نحـــو الحضيض). وبينما واصل أفضل علماء الفـــيزياء الـــنظرية فـــي أوربـــا دون نجاح محاولتهم حسم هذا التضـــارب، اُقـــترح فـــي بعض المناسبات تعديل قانون التربيع العكسي الذي قال به نيوتن. بيد أن أحدا لم يحمل تلك المقترحات محمـــل الجد، وقد أثبتت التجربة أن التريث مع حالات الشذوذ الأساســـية سـلوك له مـــا يبرره. هكذا تمكن كليروت في عام 1750 مـــن تبـــيان أن الخلل إنما يعزى إلى أخطاء في تطبيق الرياضـــيات، وأن بمقدور النظرية النيوتونية أن تصمد كسالف عهدها. حتى في الحالات التي لم يكن بالمقدور عزو الخلل إلى أخطـــاء مـــن هكذا قبيل (ربما لأن الرياضيات المستخدمة أكثر

بســاطة أو مــن نــوع أكــثر ألفه سبق له أن طبق بنجاح في ســياقات أخر)، لا تقوم حالات الشذوذ المستمرة والمعترف بها دائمــا بإثــارة أزمة. لم يرتب أحد في النظرية النيوتونية بسبب التضارب الذي لوحظ لفترة طويلة بين تنبؤاتها وكل من سرعة الصوت وحركه عطارد. لقد تم حسم التضارب الأول في نهاية المطــاف وبشــكل مفاجئ بتجارب فى الحرارة أجريت تحقيقا لمقاصــد مغايــرة تمامــا. أما الثاني فقد تلاشى بحلول النظرية النســبية العامة التي استحدثت عقب حدوث أزمة لم يكن له دور فى إثارتها. لم يَبد أي منهما أساسيا إلى حد يمكن من إثارة القلق الــذي يصــاحب الأزمــة. لقد كان بالمقدور اعتبارهما حالات مخالفة وأن يطرحا جانبا إلى أن يأتى الدور عليهما لاحقا.

يلــزم عن هذا أنه إذا كان للشذوذ أن يحدث أزمة فإنه عــاده ما يتوجب أن يكون أكثر من مجرد شذوذ يتعين علينا إذن أن نتســاءل عمــا يجعــل الشذوذ جديرا بالاهتمام المنظم المتضــافر، وهــذا ســؤال قد لا تكون له إجابة عامة أحيانا يســتدعى الشذوذ الارتياب في تعميمات صريحة وأساسية تقرها الــبارادايم، كمــا فعلت إشكالية سحب الأثير مع أشياع نظرية

ماكسـويل. فـي أحـيان أخـرى، كما حدث في حالة النظرية الكوبرنيكـية، قد يسنى لشذوذ لا يحنار فيما يبدو على فحوى مهـم أن بثير أزمة طالما أن التطبيقات النى يحول دونها تحناز على أهميه عملية خاصة، في هذه الحالة تصميم التقويم الشمسي والتنحيم.

يفترض أن هناك ظروفا أخرى تجعل من الشذوذ أمرا ملحا علـى نحـو خـاص، وعادة ما يتصافر عدد منها يتعين أحد مصـادر الأزمة التي واجهت كوبرنيكس في محرد طول الحقبة الزمنية التي حاول علماء الفلك أثناءها دون جدوى حسم حالات التضارب التى ورثوها عن النسق البطلمي.

حين يبدو الشذوذ لأسباب من هذا القبيل اكثر من مجرد أحجـية أخرى من أحاجي العلم القياسى، تكون مرحلة الانتقال مـن مـرحلة الأزمة إلى مرحلة العلم القياسى قد أزفت. آنذاك يصـبح الشـذوذ أمـرا مسلما به في ذاته من قبل أغلبية أولي الاختصـاص، وهكـذا يتزايد قدر الاهتمام به من قبل القدرات الأكثر مهارة. إذا ظلت حالة الشذوذ تستعصي على الحسم، وهذا أمر نادر الحدوث، يشرع كثير منهم في اعتبار حسمها الموضع

الأساســى فــى أبحاثهم، وتتغير رؤيتهم لمجال بحثهم بحيث لا تعــود تبدو على سابق عهده. بتعين مأتى ذلك التغير جزئيا في موضـــع تدقــيق بحثهم العلمى الحديد، غير أن هناك مأتى أكثر أهمـــية يتمثل في الطبيعة المعابرة التى تضحي عليها العديد من الحلــول الجزئــية الــناجمة عن الاهتمام المتضافر بالإشكاليه. حالات الهجوم المبكرة ضد الإشكالية المستعصية كانت التزمت تمامـــا بقواعـــد الـــبارادايم، بيد أن بقاءها دون حل الزم القيام بتعديلات طفيفة، وقد لا تكون طفيفة تماما، في صيغة البارادايم، وقـــد تختلف هذه التعديلات وإن حققت كل طائفة منها قدرا من الــنجاح لا يكفـــي عـــادة لأن يشكل أي منها نموذجا أمثل تسلم الجماعـــة العلمـــية به. عبر هذه التعددية في التعديلات المتباينة (التى تتزايد وصفها بالآدهوكية) تصبح قواعد العلم القياسي أكثر ضبابية، ورغم أن البارادايم تظل قائمة، إلا أن عدد الممارسين الذي يسلم بها يتضاءل كثيرا، بل إن الحلول القياسية للإشكاليات التى سبق أن تيسر حسمها تصبح موضع ارتياب.

نـــبدأ كـــل أزمة بمثل هذه الضبابية والتفكك في قواعد العلم القياســـي، وتنتهـــي بانبثاق مرشح جديد بديل عن البارادايم، بما يتبع ذلك من جدل حول قبوله.

الانـــتقال في حال الأزمة من بارادايم إلى أخرى ينبثق عـــنها مـــوروث علـــم قياســـي جديد أبعد ما تكون عن العملية التراكمـــيه التي تتحقق عبر تنقيح البارادايم أو بسط نطاقها. إنه يعتـــبر إعادة تشكيل للمجال وفق أسس جديدة بمقدورها أن تغير بعض تعميمات المجال النظرية الأكثر أساسيه، فضلا عن الكثير من مناهج البارادايم وتطبيقاتها...

تقر النماذج المثلى المتعاقبة أشياء متغايرة عن مكونات العـــالم وعن سلوكيات هذه المكونات. إنها تختلف بشأن مسائل من قبيل وجود جزيئات دون ذرية، ماديه الضوء، والحفاظ على الحـــراره أو بقـــاء الطاقة. هذه هي الفوارق المادية بين النماذج المـــتلاحقة، وهـــي لا تحـــتاج إلى فضل بيان. غير أن النماذج المثلى تختلف فيما هو أكثر من ذلك، فهي ليست موجهة فحسب صـــوب الطبيعه بل موجهة أيضا في اتجاه معاكس صوب العلم الذي أنتجها. إنها تعد مصدر المناهج وميدان المشكلات ومعايير

الحلــول التــي يسلم بها أية جماعة علمية ناضجة فى أية حقبة زمنــية. يلــزم عن ذلك أنه غالبا ما يحتم انبثاق بارادايم جديده إعــادة تعــريف العلــم المناظر. هكذا تحال بعض الإشكاليات القديمــة إلى علم آخر، وقد تعد "غير علمية" أصلا. أيضا، ثمة إشــكاليات لم تكن موجوده أو عدت مبتذلة قد تصبح حلولها في ضوء البارادايم الجديدة أمثوله للإنجاز العلمي. وبتغير المشاكل، غالبا ما تتغير المعايير التي تميز بين الحل العلمي الأصيل وما هو مجرد تأمل ميتافيزيقى أو مماحكة لفظية أو ضرب من اللهو الرياضي. إن موروث العلم القياسي الذي ينبثق عن ثورة علمية لا يتعارض فحسب مع سالفه، بل يختلف معه في وحدات القياس بحيث لا يقبل المقارنة معه.

سوف يفضل كثير من القراء الحكم بأن ما يتغير بتغير الــبارادايم هــو مجرد تأويل العالِم لملاحظاته المثبّتة مرة وإلى الأبد بمقتضى طبيعة البيئة والأجهزة الحسية. وفق هذه الرؤية، رأى كــل مــن برســتلي ولافوازيه الأكسجين، ورأى كل من أرسطو وجاليليو بندولا، بيد أنهم اختلفوا في تأويل ما رأوا.

بـــيد أن مـــا يحدث إبان العلمنة يعتنق بارادايم جديدة، عوضا عن أن يكون مؤولا، أشبه بالرجل الذى يضع على عينيه عدسات عاكسة. رغم أنه يصادف ذات ما كان يصادف، و رغم أنـــه يدرك هذا، إلا أنه يجد ما يصادفه قد تغير تماما من حيث التفاصيل

أن العملـــيات والقياسات التى يصطلع العالم بأمرها في المعمل ليست "معطيات" الخبره بل "حصاد المعاناة". إنها ليست مـــا يراه، أو على الأقل ليست ذات ما كان يراه قبل أن يتطور بحـــثه ويتركز انتباهه. خلافا لذلك، تعد تلك العمليات والقياسات مؤشـــرات واقعية تدل على إحساسات أكثر أولية، ولذا فإنها لا تصـــطفى موضـــعا للبحـــث القياسي الدقيق إلا لأنها تعِد بتهيئة المناســـبة لتفصـــيل مـــثمر فـــي البارادايم المسلم بها. العمليات والقياســـات محـــددة من قبل البارادايم على نحو أكثر بيانا من تحديد الخبره المباشرة المستمده جزئيا منها. إن العالم لا يتعامل مع كل ما يمكن معالجته في المعمل بل ينتقي ما يتعلق بمضاهاة الـــبارادايم مـــع الخبرة المباشرة التي تسهم البارادايم جزئيا فى

تحديدهـــا. لهـــدا السبب، فإن العلماء الدين يسلمون بنمادج مثلى مختلفة يعكفون على معالجات معملية متباينة

أمـــا عن اللغة الملاحطبة البحتة، فهدا أمر لم يتس بعد إنجـــازه فلم بقدر بعد لأية محاولة راهنة أن نقترب من تشكيل لغـــة للمدركـــات الحســـية البحته تقبل التطبيق العام. ثمة قاسم مشـــترك بيـــن المحـــاولات التي أوشكت أكثر من غيرها على تحقـــيق تلك الغاية يتعين في كونها تعزز العديد من التعاليم التي تقـــرها هـــذه الدراسة. لقد تمثلت النتائج التى أسفرت عنها تلك المحاولات في لغة تشبه اللغات المستخدمة فى العلوم فى كونها تنتظم جمعا من التوقعات المتعلقه بالطبيعه، وهي تخفق في أداء وظيفـــتها بمجرد أن يستبان بطلان تلك التوقعات ليس بمقدور أيـــة لغـــة تقتصر على هذا النحو على إخبارنا عن عالم نعرفه مســـبقا بالكـــامل أن تقـــدم بـــيانات محايده وموضوعية بشأن المعطيات الحسية، بل إن البحث الفلسفي لم يتمكن بعد حتى من التلميح إلى قدرات مثل هذه اللغه.

بســـبب الخـــبرة المتضمنة في البارادايم عن العرق والثقافة والمهنة، يصبح عالم الباحث مأهولا بكواكب وبندولات ومكثفات

وحامـــات مركبة وخلاف دلك. إذا قاربا موضوعات الحس هده بقراءات أدوات القياس وانطباعات الشبكية، بجد أن هذه الأخيره مكونـــات معصـــلة لا سبيل لاتصال الخبرة بها إلا حال حرص العـــالم بســـبب مفاصـــده البحثية الحاصة على ترتيب المناسبة للاتصال بها ليس في وسع العالم الذى ينطر إلى حجر متأرجح أن يحصل على خبرة تُعد من حيث المبدأ أكثر أولية من رؤيته بندولا. ليس البديل رؤية افتراضية "متبّتة" بل رؤية عبر بارادايم أخرى من شأنها أن تجعل من الحجر المتأرجح شيئا آخر

لا سبيل للشروع في البحث عن تعريف إحرائي أو لغة ملاحطية حالصة إلا بعد أن يتم تحديد الحيرة على هذا النحو

...يتضـــمن عرض الكتب التدريسية أن العلماء كافحوا مـــند الـــبدايه مـــن أجل تحقيق الأهداف الحاصة التي تحسدها النمادح المثلى الراهنة. هكذا يضيف العالم تلو الآخر، في عملية أشـــبه مـــا تكون بوضع اللبنة تلو الأخرى، حقيقة أو مفهوما أو قانونـــا أو نطرية إلى مجمل المعلومات التي تعرضها كتب العلم المعاصرة.

بيد أن العلم لا يتطور على هذا النحو. لم توجد كثير من أحاجـــي العلـــم القياسي المعاصر إلا عقب قيام أحدث الثورات العلمـــية، فقليل منها فحسب يمكن اقتفاء أثرها إلى أطوار العلم المـــبكرة. لقد واصلت الأجيال الأولى سعيها لحل مشاكلها وفق الأدوات ومعايير الحلول التي توفرت لها.

غير أن المشاكل لم تكن وحدها التي طالها فعل التغيير؛ لقد طال مجمل شبكة الواقع والنظرية التي تحاول البارادايم في الكتب التدريسية مطابقتها بالواقع....

قليل من فلاسفة العلم أضحوا يلتمسون معايير مطلقة للتحقق من النظريات العلمية. بعد أن تسنى لهم أن يلحظوا أنه لا سبيل لإخضاع أية نظريه لكل الاختبارات الممكنة المتعلقه، لم يعودوا يتســاءلون عما إذا كان بالمقدور التحقق من صدق النظرية بل عـــن احـــتمالها فـــي ضوء الشواهد المتوفرة. للإجابة عن هذا التســاؤل اضـــطرت إحدى المدارس المبررة إلى المقارنة بين قدرات النظريات المختلفة على تفسير الشواهد التي يتم الحصول علـــيها. أيضـــا فـــإن الإصرار على مقارنة النظريات يعد سمة واضـــحة للموقف التاريخي الذي يتم فيه التسليم بنظرية جديدة.

مــن المرجح أن هذا النزوع يسير إلى أحد الاتجاهات المستقبلية التي سوف يسلكها نقاش التحقق.

تركــن نظريات التحقق الاحتمالية في صياغتها الأكثر عمومية إلى أحد شكول اللغات الملاحظية التي سلف لنا نقاشها. هكــذا تطلب منا إحداها مقارنة النظرية العلمية بسائر النظريات التي يمكن تخيل تطابقها مع مجموع المعطيات الملاحظية ذاتها، في حين تطلب منا أخرى تخيل مجموعة الاختبارات التي يمكن تطبــيقها علــى النظرية العلمية المعنية. بيّن أن مثل هذا التخيل ضــروري للمقارنــة بيــن قيم احتمالية بعينها، مطلقة كانت أم نســبية، غير أنه يصعب تصور تحقيق ذلك. إذا اتضح، وفق ما جادلــنا، استحالة قيام نسق لغوي أو نسق مفهومي علمي محايد امبيريقــيا، فــإن تشكيل البدائل الاختبارية المقترح سوف يكون ملــزما بالــركون إلى موروث بارادايمي بعينه، ما يحول دون اتصــاله بكــل الخبرات أو النظريات الممكنة. نتيجة لذلك، فإن الــنظريات الاحتمالية تعتم الموقف التحققي بقدر ما تعمل على توضــيحه. ورغــم أن هذا الموقف، كما تؤكد تلك النظريات، يرتهــن بمقارنــة الــنظريات بشواهد سائدة، إلا أن النظريات

والملاحظـــات المعنـــيه عـــادة ما نرتبط نشكل وثق بنظريات وملاحظـــات قائمة بالفعل. التحقق شبيه بالانتخاب الطبيعى، إذ يـــتم اصطفاء الأقدر على النقاء من ضمن البدائل القائمه فى أي موقـــف تاريخـــي. كونه أفضل بديل يمكن احتياره حال وحود بدائـــل أحرى، أو حال اختلاف المعطيات، مسألة لا حدوى من إثارتها، إذ لا أدوات لدينا تمكّن من حسمها.

غـــير أن كـــارل بوبر يقترح مقاربة مختلفة تماما لهذا الجمـــع مـــن الإشكاليات، فهو ينكر على وجه الإطلاق قيام أية إجراءات تحققية[40]. عوضا عن ذلك، فإنه يؤكد أهمية الدحض، أي الاختـــبار، كـــون نـــتاجه ســـلبيا، ما يحتم رفض النظرية المكرســـة. مـــن البيـــن أن الـــدور الذي يعزى على هذا النحو للدحض يشبه الدور الذي تحدده هذه الدراسة للخبرات الشذوذية، أي إلـــى الخـــبرات التـــي تمهد الطريق، عبر إثارة أزمة، أمام نظـــرية جديـــدة. غـــير أنه لا سبيل لمماهاة مثل تلك الخبرات بالحالات الدحضية، بل إنني أرتاب في وجود مثل هذه الحالات أصلا. فكما وكدت مرارا، ليست هناك نظرية تنجح في حل كل

[40] K.R. Popper, "The Logic of Discovery" (N.Y., 1959), esp. ch. I – IV

الأحاجـــي التي تواجهها في أية فترة زمنية، كما أن الحلول التي يتســـنى الحصول عليها لا تكون كاملة. على العكس تماما، فإن عـــور الكمال والدقة الذي يشوب تطابق المعطيات مع النظرية فـــي أي وقت هو الذي يحدد كثيرا من الأحاجي التي تميز العلم القياسي. لو كان كل إخفاق في المطابقة مبررا لرفض النظرية، لوجـــب نبذ كل نظرية في كل وقت. من جهة أخرى، إذا كان الفشـــل الذريع وحده القادر على تبرير فعل نبذ النظرية، لاحتاج أشياع بوبر إلى معيار في "اللااحتمالية" أو "درجة الدحض". وما أن يشرعوا في تطوير مثل هذا المعيار حتى يجدوا أنفسهم قباله ذات منجم المشاكل التي اعترضت سبيل أشياع مختلف نظريات التحقق الاحتمالية.

يمكن تجنب الكثير من الصعوبات سالفة الذكر بملاحظة أن كـــلا مـــن هذين المذهبين الشهيرين المتعارضين والمعنيين بالمنطق الأساسي للبحث العلمي قد راما دمج عمليتين متمايزتين إلـــى حد كبير في عملية واحدة. الخبرة الشذوذية التي يعنى بها بوبـــر تعـــد مهمـــة نسبة إلى العلم لأنها تشجع على قيام نماذج منافســـه للـــبارادايم القائمـــة. غير أن الدحض، رغم تحققه، لا

يصاحب ولا يحدث بسبب انبثاق حالة شدود أو دحض، بل يعد عملــية لاحقه ومائزة يمكن بالمثل وصفها بالتحقق، كونها تكمن في انتصار باردائم جديدة على البارادايم الأقدم عهدا. فضلا عن ذلــك، فــإن المقارنـــة الاحتمالية بين النظريات إنما تقوم بدور مركـــزي فـــي هده العملية التي يتضافر فيها التحقق والدحض. مــبلغ ظنـــي أن هـــده الصياغة مزدوجة المراحل تمتاز بكونها أقـــرب إلى جادة الصواب، وقد تمكننا من توضيح دور الاتفاق (أو الاخـــتلاف) بين الحقيقة والنظرية في عملية التحقق. قد لا يكـــون هناك معنى ذو شأن، نسبة إلى المؤرخ على أقل تقدير، لاقـــتراح أن الـــتحقق يثبـــت تطـــابق الواقع مع النظرية. كل الـــنظريات التـــي تحاز على أهمية تاريخية اتفقت مع الحقائق، ولكن بشكل تقريبي فحسب. ليست هناك إجابة أكثر دقة للسؤال مـــا إذا كانت النظرية تتطابق بمفردها مع الوقائع وكيف تتطابق معهـــا. بـــيد أنـــه بالمقدور طرح أسئلة من هكذا قبيل حين يتم اعتبار النظريات بشكل إجمالي أو حتى مثنى مثنى. ذلك أنه من المفـــيد كثيرا أن نسأل عن أي من النظريتين المتنافستين تتطابق بشكل أفضل مع الواقع

النظرية الفيزيائية، الرياضيات، والتجربة[41]

بيير دوهيم

بىر دوهىم (1861- 1916) واحد من علماء الفىرىاء الفرىسىس المىررىن في عصره، وقد أسهم خصوصا بمحال الدىنامىكا الحرارىه. أىضا كان دوهىم أحد مؤسسي محال تارىح العلم الذي ىعد مجالا حدىثا، وذلك ىعمله الىاهر "لىونارد دي فىشي وىسق العالم، تارىح التأمل الكورمولوحى من أفلاطون حتى كوىرىيكس". كتابه "غاىه النظرىة الفىزىائىه وىىىها" الذي ىعىس منه الفقرات التالىه، ىعد أحد أعظم كلاسىكىات فلسفه العلم، وهو ىستشرف كىىرا من النقاشات الأحدث للعدىد من القضاىا.

Leonard de Vinci *and* Le System du Monde, *a history of cosmological speculation from Plato to Copernicus*, The Aim and Structure of Physical Theory

1.النظرية الفيزيائية

[41] From Pierre Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, trans P P Wiener (Princeton Univ Press, 1954), pp 19-21, 23-24, 132-135, 144-145, 147, 185-190, 211-212, *passim* Used by permission of Princeton Univ Press

ألا نســتطيع تحديد غاية للنظرية الفيزيائية تجعلها مستقلة؟ وفق مــبادئ لا تنشــأ عــن أيه تعاليم ميتافيزيقية، يمكن الحكم على النظرية الفيزيائية بالركون إليها وحدها ودون التعويل على آراء علماء الفيزياء الذين يعتمدون على نزعاتهم الفلسفية.

أليس بمقدورنا تصور نهج قد يكون كافيا لتشكيل نظرية فيزيائــية، بحيــث يحجــم، وفق تعريفها، عن استخدام أي مبدأ والركون إلى أي إجراء لا يحق لها استخدامه؟

إننا نرغب في التركيز على تلك الغاية وهذا النهج وأن نقوم بدراسة كليهما.

دعونــا نطرح الآن تعريفا للنظرية الفيزيائية النظرية الفيزيائــية ليســت تفســيرا، بل نسق من القضايا الرياضية يتم اشــتقاقه مــن عــدد قليل من المبادئ التي تروم تمثيل، بالقدر الأوفى من البساطة والكمال والدقة، فئة من القوانين التجريبية.

لجعــل هــذا الــتعريف أكــثر دقة، سوف نقوم بتحديد خصــائص العمليــات المتلاحقة الأربع التي يتم عبرها تشكيل النظرية الفيزيائية:

1. ضـــمن الخصـــائص الفيزيقية التي نستهدف تمثيلها نخـــار تلـــك التى نعتبرها خصائص بسيطة، بحيث يفترض أن تكـــون سائر الخصائص تجميعات أو توليفات منها. أيضا نقوم بجعلهـــا تـــناظر مجموعة بعينها من الرموز الرياضية والأعداد والمقاديـــر باســـتخدام سبل قياسية ملائمة. ليس ثمة رابط ذي طبـــيعة جوهرية يربط هذه الرموز الرياضية بالخصائص التى تمثلها، فهي لا تتعلق بهذه الخصائص إلا بقدر ما تتعلق العلامة بالشـــيء الـــذي تشير إليه. عبر سبل القياس نستطيع جعل كل وضع من أوضاع الخاصية الفيزيقية يناظر قيمة للرمز الممثِّل، والعكس بالعكس.

2. نقوم بالربط بين مختلف أنواع المقادير، التي تطرح علـــى الـــنحو سالف الذكر، باستخدام عدد قليل من القضايا التي توظـــف بوصـــفها مبادئ استنباطية. يمكن تسمية هذه المبادئ "فروضا" بالمعنى الجذري لهذه اللفظة، فهي تشكل حقيقة الأسس التـــى تنهض عليها النظرية. غير أنها لا تزعم بأي حال إقرار علاقـــات حقيقية بين خصائص الأشياء الواقعية. على هذا النحو يتســـنى صياغة هذه الفروض بطريقة اعتباطية. العائق الوحيد

الذي لا يمكن تخطيه والذي يحد من هذه الاعتباطية هو التناقض المنطقـــي بيــن حدود ذات الفرص أو بين مختلف فروض ذات النظرية.

3.يـــتم التوليف بين مختلف مبادئ أو فروض النظريه وفـــق قواعـــد التحلـــيل الرياضي. معايير المنطق الجبري هي المعايـــير الوحـــيدة التي يتعين على المنظِّر الالتزام بها في هذه العملـــية. لا يفترض أن تكون المقادير المتصلة بحساباته متعلقة بوقائع فيزيقية، والمبادئ التي يستخدمها في استنباطاته لا تطرح على اعتبار أنها تقر علاقات فعلية بين تلك الوقائع. لهذا السبب، فـــإن كون العمليات التي يقوم بها تنجح أو تخفق في التناظر مع تغـــيرات فيزيقية حقيقة أو تغيرات يمكن تصورها أمر لا يحتاز على أهمية كبيرة. كل ما يحق لنا طلبه من المنظِّر هو أن تكون براهينه المنطقية سليمة وأن تكون حساباته دقيقة.

4. يمكـــن ترجمة مختلف النتائج التي يتم على اشتقاقها هـــذا النحو من الفروض إلى أحكام تتعلق بالخصائص الحقيقية للأشـــياء، مهمـــا بلغ عدد هذه الخصائص. المناهج التي تناسب تعـــريف الخصـــائص الفيزيقية وقياسها تشبه المفردات ومفاتيح

الرمـــيز التـــي تســـمح بالقـــيام بهذه الترجمة. إن تلك الأحكام بالقوانيـــن التجريبيـــة التي نرغب النظرية في تمثيلها. إذا كانت تقـــارب هـــذه القوانيـــن إلـــى الحد الذي تقره إجراءات القياس المستخدمة، فقد تسنى للنظرية تحقيق غايتها، وتعد من ثم نظرية جـــيدة. خلافـــا لذلـــك، فإنها تعد نظرية رديئة يتعين تعديلها أو نبذها.

الـــنظرية الصـــادقة إذن ليســـت نظرية تطرح تفسيرا لظواهـــر فيزيقية بطريقة تماثل الواقع، بل نظرية تمثل بطريقة مرضية مجموعة من القوانين التجريبية. وليست النظرية الباطلة محاولـــة للتفســـير مؤسسة على فروض تخالف الواقع، بل هي مجموعـــة من القضايا تتعارض مع القوانين التجريبية. **الاتفاق مع التجربة هو المعيار الوحيد لصحة النظرية الفيزيائية**

وبخصوص طبيعة الأشياء ذاتها، أو الواقع الكامن خلف الظواهر التي نقوم بدراستها، لا تقوم النظرية وفق تصورنا هذا بإخـــبارنا شـــيئا، بل إنها لا تزعم قدرتها على إخبارنا عن أي شـــيء. مـــا نفعهـــا إذن؟ ما الذي يحصل عليه علماء الفيزياء

بالاستعاضة عن القوانين التي يعدها النهج التجريبي مباشرة بنسق من القضايا الرياضية يمثل تلك القوانين؟

بداية، عوضا عن عدد هائل من القوانين التي يستقل الواحد منها عن الآخر، بحيث يتوجب تعلم وتذكر كل منها بذاته، تطرح النظرية الفيزيائية عددا قليلا من القضايا، أو الفروض الأساسية. ما أن نعرف هذه الفروض، حتى يمكننا الاستنباط الرياضي بثقة كاملة من تذكر كل القوانين الفيزيائية دون حذف أو تكرار. إن هذا التكثيف لتعددية القوانين في عدد قليل من المبادئ يريح العقل البشري كثيرا، وقد يعجز العقل بدونها عن تخزين الثروة الجديدة التي يكتسبها يوميا

من منحى أخرى، توفر النظرية، عبر تطوير التفريعات الهائلة الخاصة بالاستدلال الاستنباطي الذي يربط المبادئ بالقوانين التجريبية، نظاما وتصنيفا لهذه القوانين. إنها تقوم بالربط بين بعض القوانين بحيث تتقارب على نحو مرتب ضمن ذات المجموعة، وهي تعزل بين قوانين أخرى بوضعها في مجموعتين منفصلتين تماما. النظرية تطرح ما يشبه فهرس المحتويات والفصول الرئيسة التي يتم عبرها وضع تقسيمات

منهجـــبة للعلـــم موضع الدراسة، وهي تشير إلى القوانين التي يتعين ترتيبها تحت كل فصل

2.الرياضيات في النظرية الفيزيائية

الاســتنباط الرياضـــي عملية وسيطة، وغايتها تكمن في تعليمـــنا أنـــه بـــناء على دعم الفروض الأساسية للنظرية، فان حـــدوث ظـــروف بعينها يستلزم حدوث نتائج محددة. إذا وقعت الحادثة كذا، سوف تحدث واقعة أخرى. فمثلا، سوف تخبرنا أنه وفـــق الدعم المتوفر لفروض الديناميكا الحرارية، حين نعرّض قطعـــة مـــن الثلج لضغط معين، سوف تذوب حين يصل مؤشر الترمومتر إلى درجة بعينها.

ولكن هل يطرح الاستنباط الرياضي بشكل مباشر ضمن حســاباته الوقائع التي نسميها ظروفا بالشكل العيني الذي تحدث وفقه؟ وهل تستق منها الحقائق التي نسميها نتائج بالشكل العيني الذي نقره؟ بالتوكيد لا. الأداة المستخدمة في الضغط على قطعة الـــثلج، وجهـــاز الترمومـــتر أشياء يستخدمها عالم الفيزياء في المعمل، وليست عناصر تنتمي إلى ميدان الحساب الجبرى. لهذا

السبب، فإن تمكين الرياضي من أن يصمِّن في صياغته ظروف الـتجربة العيـنية، يتطلب ترجمة هذه الظروف إلى أرقام عبر وسـاطة القياسات. فمثلا، يتعين أن نستعيض عن عبارة "ضغط معيـن" بـرقم محدد للضغط الجوي يحل بدلا من الحرف P في المعادلة. وعلى نحو مماثل، ما يحصل عليه الرياضي في ختام حسـاباته عبارة عن رقم محدد. سوف يكون من الضروري أن نشـير إلى نهج القياس كي نجعل هذا الرقم يناظر حقيقة عينية يمكن ملاحظتها؛ على سبيل المثال، لجعل القيمة العددية الخاصة بالحرف T في المعادلة الجبرية تناظر قراءة حرارية بعينها.

يتضـح إذن أن لا سـبيل يتسـنى بـه لتطور النظرية الفيزيائـية الرياضـي، في نقطة بدئه ومنتهاه، أن يلتحم بالحقائق الملاحظـية إلا عـبر الـترجمة. تضمين ظروف التجربة في الحسـاب يسـتوجب قيامـنا بإعداد صياغة تستعيض عن لغة الملاحظـة العينـية بلغة الأرقام. أيضا، فإن التحقق من النتيجة التـي تتنبأ بها النظرية نسبة إلى التجربة، يتطلب ترجمة تحول القـيمة العدديـة إلى قراءة تصاغ بلغة تجريبية. وكما سبق أن أشرنا، يعدِ نهج القياس المعجمَ الذي يمكّن من هاتين الترجمتين.

غـــير أن الترجمه نوع من الغدر؛ فالترجمة خيانة. ليس هـــناك إطلاقـــا تكـــافؤ تام بين أي نصين إذا كان الواحد منهما ترجمة للآخر. ثمة تباين هائل بين الحقائق العينية، كما يلحظها عـــالم الفيزياء، والرموز العددية التي تمثّل عبرها تلك الحقائق في حسابات النظريه

دعونا نعتبر بداية ما سوف نسميه بالحقيقة النظريه، تلك الفئة من المعطيات الرياضية التي يستعاض بها عن حقيقة عينية فـــي اســـتدلالات المنظِّر وحساباته. مثال ذلك، كون الحرارة موزعه بطريقة ما في جسم معطى بعينه.

لا شـــيء غـــامض أو غير محدد في مثل هذه الحقيقة الـــنظرية. كل شيء محدد بطريقة دقيقة: الجسم موضع الدراسة محـــدد هندســـيا، جوانـــبه خطوط بالمعنى الذي تقره التعاريف الهندسية، إذ لا سمك لها، كما أن نقاطها لا أبعاد لها، والأطوال والـــزوايا التـــي تحدد الشكل معروفة تماما. لكل نقطة في هذا الجسم درجة حرارة مناظرة، وهذه الدرجة، نسبة إلى كل نقطة، رقم يتعين تمييره عن أي رقم آخر.

قبالة هذه الحقيقة **النظرية**، دعونا نضع الحقيقه **العملية** التـــى تـــترجم عـــبرها. هنا لم نعد نلحظ أى قدر من الدقة التى تحققـــنا منها لتونا. لم يعد الجسم شكلا هندسيا، بل قطعة مادية. مهما بلغت حدة حواشيه، لا واحد منها بشكل تقاطع سطحين، بل هـــي حواشـــي مدورة ونتوءات مبعجة. نقاطها أصبحت بالية وكليلة بدرجة أو أخرى. لم يعد الترمومتر يعطينا درجة حرارة كـــل نقطـــة بـــل متوسط الحراره نسبه إلى حجم بعينه لا سبيل لتثبيـــت مداه على نحو الضبط. فضلا عن ذلك، فإننا لا نستطيع إقـــرار أن الحـــرارة تـــبلغ قيمة بعينها تستثني سائر القيم. ليس بمقدورنـــا مـــثلا إقرار أن الحرارة تساوي 10 درجات مئويه، فمـــبلغ ما نستطيع إقراره هو أن الفرق بين حرارة الجسم و 10 درجـــات مئوية لا يتجاوز كسرا بعينه من الدرجة يتوقف قدره على دقة منهجنا في القياس.

هكـــذا نجـــد أنه بينما يتم تثبيت جوانب الشكل بخط ذي صـــلابة دقـــيقة، تكون جوانب الجسم غامضة، مهدبة، ومبهمة. يستحيل وصف الحقيقة العملية دون القيام بإضعاف ما تم تحديده مـــن قـــبل كـــل قضية، وذلك عبر استخدام عبارات من قبيل "

تقريبا". فى المقابل، يتم تحديد كل العناصر التي تشكل الحقيقة النظرية بدقة محكمة.

مـــن هـــذا نصل إلى النتيجة التالية: يمكن ترجمة ذات الحقيقة العملية إلى عدد لا متناه من الحقائق النظرية.

مـــثال ذلك الحكم بأن حرارة الجسم هي 10 درجات مـــئوية، أو 9.99 أو 10.01 درجـــة، إنما يعني صياغة ثلاث حقـــائق نظـــرية غـــير متسقة. غير أن هذه الحقائق المتضاربة تـــناظر ذات الحقـــيقة العملـــية حين يكون مدى دقة الترمومتر المستخدم خمس درجة.

لذا فإن الحقيقة النظرية لا تترجم بحقيقة نظرية واحدة، بل بمجموعة تشتمل على عدد لا متناه من الحقائق العملية. كل عنصـــر مـــن العناصـــر الرياضية التي يتم الربط بينها لتشكيل إحـــدى تلـــك الحقائق قد يختلف من حقيقة إلى أخرى؛ غير أن الاخـــتلاف الـــذي تكون عرضة له لا يتجاوز حدا بعينه، عينت هـــامش الخطأ الذي يشمل ضمنه قياس ذلك العنصر. كلما كانت مناهجـــنا القياســـية أكثر كمالا، كانت المقاربة أفضل والحدود أضيق، وإن كانت لا تضيق إلى الحد الذي يجعلها تختفي

3.النظرية الفيزيائية والتجربة

لــيس القــانون الفيزيائـــي سوى تلخيص لعدد لا متناه من الـــتجارب التـــي تــم إجراؤها أو سوف يكون بالمقدور أن يتم إجــراؤها. هــذا الحكــم يجعلنا نطرح التساؤل: ما الذي تكونه التجربة الفيزيائية على وجه الضبط؟

لا ريـــب أن هــذا الســؤال سوف يثير دهشة أكثر من قارئ. هل ثمة حاجة لإثارته؛ أليست الإجابة عنه بينة بذاتها؟ ما الذي يمكن للتعبير "القيام بتجربة في علم الفيزياء" أن يعنيه لأي شخص خلافا لإنتاج ظاهرة فيزيائية تحت ظروف بعينها بحيث يتسنى ملاحظتها بدقة باستخدام أجهزة مناسبة؟

اذهـــب إلـــى المعمل واقترب من هذه المنضدة المكتظة بالأجهــزة: نضـــيدة كهربائـــية، سلك نحاسي ملفوف بالحرير، أنابيب مليئة بالزئبق، ملفات، قصيب حديدي يحمل مرآة. يُدخل الملاحظ ساق قضيب معدني مغطى بالمطاط في ثقوب صغيرة، فيتذبذب القضيب الحديدي ويرسل عبر المرآة شعاعاً يسلط على مسطرة سيلولوز، فيتابع الملاحظ حركة الضوء الساقط. لا شك أن لديـــنا هنا تجربة، فبتذبذب بقعة الضوء يلحظ العالم الفيزيائي

تذبــذب القضيب الحديدي. اسأله عما يقوم به، فلن يخبرك بأنه يدرس تذبذب قضيب الحديد الذي يحمل المرآة، بل سوف يقول إنه يقيس درجة مقاومة الملف الكهربائية. إذا سألته عن معنى ما يقول وعن علاقته بالظاهرة التي أدركتماها معاً في نفس الوقت، سوف يخبرك بأن سؤالك يستدعي تفسيرات مطولة وقد ينصحك بدراسة إحدى مواد علم الكهرباء.

صــحيح أن الــتجربة التي شاهدتها لتوك، كأي تجربة فيزيائـية أخــرى، تتكون من جزأين. إنها تتكون من ملاحظة حقائق بعينها، وللقيام بهذه الملاحظة يكفي أن تكون يقظا ومنتبها إلــى حد كاف بإحساساتك. لا حاجة لك بالدراية بالفيزياء، وقد يكــون مدير المعمل أقل مهارة في هذا الخصوص من مساعده. مــن جهــة أخــرى، فإنها تتكون من تأويل الحقائق الملاحظة. فللاقــتدار على إنجاز هذه المهمة لا يكفي أن تكون منتبها وأن تكــون لديــك عيــن مدربــة، بل يتوجب أن تكون على دراية بالــنظريات التي تم التسليم بها وبكيفية تطبيقها. باختصار يتعين أن تكــون فيزيائــيا. بمقدور المرء، طالما كان نظره سليما، أن يتتــبع حركة بقعة الضوء على المسطرة الشفافة، ويعرف ما إذا

كانت تتجه صوب اليمين أو الشمال أو تتوقف في موضع بعينه. القيام بذلك لا يتطلب خبراء. غير أنه إذا لم يكن على دراية بالديناميكا الحرارية، لن يكون بمقدوره إتمام التجربة، ولن يتمكن من قياس مقاومة الملف

التجربة الفيزيائية هي الملاحظة الدقيقة لظواهر مصحوبة **بتأويل** لهذه الظواهر. إن هذا التأويل يستعيض عن المعطيات المادية التي تم بالفعل تجميعها عبر الملاحظة بتمثيلات مجردة ورمزية تناظرها بالركون إلى النظريات التي يقبلها الملاحظ

يقرر عالم الفيزياء البرهنة على عدم دقة قضية ما؛ ولكي يستنبط من هذه القضية تنبؤا بظاهرة ويقوم بإجراء التجربة التي تبين ما إذا كانت تلك الظاهرة سوف تحدث، ولكي يؤول نتائج هذه التجربة ويتأكد من أن الظاهرة المتنبأ بها لم تحدث، فإنه لا يقصر نفسه على استخدام القضية المعنية. سوف يقوم أيضا باستخدام مجموعة من النظريات بوصفها مسلمات. التنبؤ بالظاهرة، التي يفترض أن يؤدي غيابها إلى حسم الجدل، لا يتم اشتقاقه من القضية موضع الارتياب بذاتها، بل يشتق من

منها موصولة بتلك المجموعة من النظريات. إذا غابت الظاهرة المتنبأ بها، فإن الخلل لا يطال القضية المعنيه فحسب، بل يطال الصرح النظري برمته. الشيء الوحيد الذي نتعلمه من التجربة هو وجود خطأ واحد على الأقل ضمن القضايا المستخدمة للتنبؤ بالظاهــرة ولمعرفة ما إذا كانت سوف تقع. غير أنها لا تخبرنا عـــن موضـــع هذا الخطأ. قد يقر الفيزيائى أن الخطأ يتعين في ذات القضـــية التي يرغب في دحضها، ولكن هل هو متأكد من أنــه لا يتعين في قضية أخرى؟ إذا كان متأكدا، فإنه يسلم ضمنا بدقـــة ســـائر القضايا التي يركن إليها، وقدر سلامة نتيجته إنما يشكل ذات قدر سلامة ثقته

نعلـــم أن نيوتن قال بنظرية الانبعاثات نسبة إلى الظواهر البصرية، التي تفترض أن الضوء مشكل من مقذوفات غاية في الدقة تطلقها الشمس وسائر مصادر الضوء بسرعة هائلة، وهي مقذوفـــات تـــنفذ عبر كل الأجسام الشفافة. بسبب مختلف أجزاء الوسط الذي تنفذ عبره، تتعرض لعمليات التجاذب والتنافر. حين تكـــون المســـافة الفاصلة بين الجزيئات المتحركة صغيرة جدا، تشـــتد قوة تلك العمليات، وهى تختفي تماما حين تكون المسافة

الفاصلة كبيرة إلى حد كاف. هذه الفروض التي يتم ربطها بعدة فروض أخرى، والتي لا نألو جهدا في إغفالها، تفضي إلى صياغة نظرية متكاملة في انعكاس الضوء وانكساره. وعلى وجه الخصوص، فإنها تستلزم القضية التالية: معامل انكسار الضوء المار من وسط إلى آخر يساوي سرعه المقذوف الضوئي ضمن الوسط الذي يمر فيه مقسوما على سرعة ذات المقذوف في الوسط الذي يتركه خلفه.

هذه هي القضية التي اختارها أراجو لإثبات تضارب نظرية الابتعاث مع الحقائق. من تلك القضية تلزم أخرى تقر أن سرعة نفاذ الضوء في الماء أكبر من سرعة نفاذه في الهواء. اقترح أراجو إجراء مناسبا لحساب سرعة الضوء في هذين الوسطين. صحيح أن هذا الإجراء لم يكن قابلا للتطبيق، غير أن فوكو قام بتعديل التجربة بحيث يتسنى تنفيذها، وقد اكتشف بإجرائها أن الضوء ينتشر في الماء بسرعة أقل منه في الهواء. وفق هذا، لنا أن نخلص مع فوكو إلى أن نسق الابتعاث لا يتسق مع الحقائق.

لاحظ أنني أتحدث عن **نسق** الابتعاث لا **فرضه**. الواقع أن مـا تفـر الـتجربة خطأه عبارة عن مجموعه فروض قبلها نيوتن، ومن بعده لابلاس وبايت، أي نظرية بأسرها نستنبط منها علاقه معامل الانكسار وسرعة الضوء في مختلف الأوساط. بيد أن شـجب التجربة للنسق بأسره عبر إقرار تضمنه لخلل ما لا يعنـي نجاحهـا فـي تبـيان موضعه. أنراه يتعين في الفرض الأساسي الذي يقر أن الضوء يتكون من مقذوفات تطلق بسرعة هائلـة مـن أجسام مضيئة؟ أم تراه فرضا آخر يتعلق بما يطرأ علـى جسـيمات الضوء بسبب الوسط الذي تتحرك فيه؟ إننا لا نعلم شيئا عن هذا. لقد تعجل أراجو حين حسب أن تجربة فوكو تدين مـرة وإلى الأبد فرض الابتعاث، أي فرض تمثل شعاع الضـوء مـن قبل حشد من المقذوفات. لو قام علماء الفيزياء بعـزو قـيمة لهذه المهمة، لنجحوا بالتوكيد في العثور وفق هذا الفرض على نسق في البصريات يتسق مع تجربة فوكو.

خلاصة القول هي أن الفيزيائي لا يستطيع عزل فرض بغـية اختـباره تجريبيا، ومبلغ ما يتسنى له إنجازه هو اختبار مجموعـة من الفروض. حين تتعارض التجربة مع تنبؤاته، فإن

مــا يــتعلمه هــو وجــود فــرض واحد على الأقل ضمن تلك المجموعة يعد باطلا ويتعين تعديله. غير أن التجربة لا تحدد أيا من عناصر تلك المجموعة يتوجب تعديله.

لقد بعدنا كثيرا عن فكرة النهج التجريبي العشوائي الذي يتبناه أشخاص لا يألفون وظائفه الحقيقية. يعتقد الناس بوجه عام فــي إمكــان عزل كل فرض يستخدم في الفيزياء وفحصه عن طــريق الــتجربة، وحين تنجح اختبارات متعددة ومتنوعة في إثــبات سلامته، يتبوأ منزلة محددة في النسق الفيزيائي. غير أن الواقــع يخــالف هذا المعتقد تماما. ليست الفيزياء آلة بالمقدور تفكــيك أجزائها. إننا لا نستطيع أن نقوم بفحص كل جزء على حــدة، بغية تعديله، وأن ننتظر إلى أن يتم فحص سلامته. العلم الفيزيائــي نسق يتعين اعتباره بشكل كلي، فهو كائن عضوي لا ســبيل لقــيام أي جــزء من أعضائه بوظيفته ما لم تقم أجزاؤه الأكثر نأيا بدورها، بعض منها بدور أهم من سواها، وإن تعين علــى جميعها أن تسهم بدرجة أو أخرى. إذا حدث خلل ما، إذا أحسســنا ببعض الإرباك في أداء هذا الكائن العضوي لوظائفه، سوف يتوجب على الفيزيائي أن يقتفي أثره في النسق بأسره كي

يصلح من شأن الجزء الذي أصابه العطب دون أن يفكر فى إمكان عزل هذا الجزء وفحص مكوناته.

- إن تجربة فوكو لا تحكم على نحو فعال بين فرضين، فرض الابتعاث وفرض الموجة، بل بين فئتين من النظريات يتعين اعتبار كل منهما بشكل كلي، أي بين نسقين متكاملين، بصريات نيوتن وبصريات هايجينز.

ولكن دعونا نسلم للحظة بأن كل شيء في كل من هذين النسقين ملزِم ضرورة على نحو منطقي صرف، باستثناء فرض واحد. وفق هذا، دعونا نسلم بأن الحقائق، بشجبها أحد النسقين، إنما تشجب مرة وإلى الأبد الافتراض المشكوك في أمره والمتضمن في ذلك النسق. هل يلزم عن هذا أننا نستطيع أن نكتشف في "التجربة الحاسمة" إجراء لا سبيل لدحضه يجعل من أحد الفرضين حقيقة مثبتة؟ الوسط بين مبرهنتين هندسيتين متناقضتين مرفوع، فإحداهما باطلة والأخرى صحيحة ضرورة. هل بمقدور أي فرضين في الفيزياء أن يشكلا مثل هذه المعضلة؟ هل نجرؤ على إقرار استحالة تصور فرض آخر؟ قد يكون الضوء حشدا من المقذوفات، وقد يكون حركة متذبذبة

تنتشـــر موجاتها في الوسط. هل يستحيل أن يكون شيئا آخر؟ لا ريـــب أن هـــذا مـــا اعتقده أراجو حين قام بتشكيل هذا البديل الحاســـم: هل تفوق سرعة الضوء في الماء سرعته في الهواء؟ "الضـــوء جسم. خلافا لذلك، فهو موجة". غير أنه يصعب علينا اتخـــاذ مثل هذا الموقف الحاسم. الواقع أن ماكسويل قد بين أننا نســـتطيع أن نعـــزو الضـــوء إلى تشويش كهربي دوري ينتشر ضمن وسط عازل.

خلافـــا لـــبرهان الخلـــف المستخدم في الهندسة، يعجز التـــناقض التجريبي عن جعل الفرض الفيزيائي حقيقة غير قابلة للجـــدل. احتـــياره علـــى هـــذه القدرة رهن بالقيام بتعداد شامل لمخـــتلف الفروض الخاصة بمجموعة محددة من الظواهر. غير أن عـــالم الفـــيزياء يخفـــق دومـــا في التأكد من أنه استنفد كل الافتراضـــات الممكن تصورها. إن صدق النظرية الفيزيائية لا يحسم برمي عملة في الهواء.

التضـــارب بين الحقائق الفعلية التي تشكل تجربة ما والتمثيل الرمـــزي الذي تستعيض به النظرية عن هذه التجربة إنما يثبت وجوب نبذ بعض من هذه الرموز. ولكن أي بعض منها؟ هذا ما

تخفق التجربة في حسم أمره. إنها تحيل إلى حكمتنا عبء التخمين. ضمن العناصر النظرية المتضمنة في تشكيل هذا الرمز ثمة باستمرار عدد معين يسلم به فيزيائيو أية حقبة دون اختبار ويعتبرونه خارج نطاق الجدل. لذا، فإن الفيزيائي الذي يرغب في تعديل رمزه سوف يقوم بالتوكيد بجعل تعديله يرتهن بعناصر معايرة لتلك التي سلف ذكرها.

بيد أن ما يضطره للسلوك على هذا النحو لا يتعين في ضرورة منطقية. سوف يكون من الغريب والمربك أن يقوم بخلاف ذلك، لكنه لن يكون تناقضا منطقيا. لن يكون بذلك مقتفيا أثر عالم الرياضيات المجنون إلى الحد الذي يجعله يناقض تعريفاته. الأكثر من ذلك، قد يحدث يوما أنه بالسلوك على نحو مخالف، برفض البحث عن أسباب الخلل واللجوء إلى إصلاحه كي يعيد تكريس الاتفاق بين الصياغة النظرية والواقع، وبالقيام بتعديل قضايا أجمع الآخرون على التسليم بها، قد يتسنى له إنجاز عمل عبقري يفتح آفاق نظرية جديدة.

الواقع أنه يتوجب علينا تحصين أنفسنا ضد التسليم الأبدي بفروض أصبحت أعرافا متفشية، وبدا أن يقينيتها تخترق

التـــناقض التجريبي، عبر عزو هذا التناقض إلى افتراضات أقل يقينـــية. إن تاريخ الفيزياء يبين أن العقل البشري غالبا ما ينتهي إلـــى الإطاحـــة بمـــثل هذه المبادئ، رغم أنها اعتبرت لقرون بدهـــيات لا ســـبيل لخرقها، بحيث يعيد تشكيل نظريات فيزيائية وفق فروض جديدة.

دور النماذج في النظرية العلمية[42]

[42] From Mary B Hesse, *Forces and Fields* (Edinburgh and London Thomas Nelson & Sons Ltd, pp 21-28 Used by permission of Nelson, and Philosophical Library, N Y

ماري هس

حصلت مارى هس على درحة الدكتوراه من حامعة لندن، وهي الآن محاصره في فلسفه العلم في حامعه كيمبردح. لمارى هس كتابان، فصلا عن العديد من الأبحاث، "القوى والمحالات"، الذى ىتابع تاريح إشكالية التأثير عن بعد في علم الفيزياء، و"النمادح والنظائر في العلم".

Forces and Fields, Models and Analogies in Science

لأن النموذج يشتق عبر عملية مألوفة نفهمها جيدا، كما في حال الميكانيكا الجزيئية، فإنه يوفر سياق التوقعات الطبيعي التي تختبر عبرها النظرية. إذا اعتبرنا الآن بعض النماذج الميكانيكية في فيزياء القرن التاسع عشر، لا باعتبارها أوصافا حرفية للطبيعة كما يقر أشياع النزعة الطبيعية الساذجة، بل باعتبارها أدوات ضرورية لجعل النظرية قابلة للفهم والاختبار، سوف يكون بالمقدور وصف وظيفتها المنطقية بطريقة أكثر وضوحا. سوف نجد أن هذا التصور يلقي الضوء على المشاكل الأعقد المرتبطة باستخدام النماذج في الفيزياء الحديثة.

تتعيــن الخاصية الأكثر وضوحا في النموذج الملائم في كونــه يعرض مناظرة مع الظواهر موضع التفسير، مفادها قيام

تماثل في البنية بين النموذج وتلك الظواهر. قد نقول بمعنى مباشر أن هناك مناظرة بين فرعين من فروع الفيزياء إذا استبينت ذات البنية الرياضية في كليهما، كأن نجد أنه بالإمكان صياغة نظريات الحرارة والاستاتيكا الكهربية باستخدام ذات المعادلات طالما استعضنا مثلا عن "الحرارة" بـ"الجهد"، وعن "مصدر الحرارة" بـ"شحنة كهربية موجبة". حين تكون هناك مناظرة من هذا القبيل، يمكن استخدام إحدى النظريتين بوصفها نموذجا للأخرى، كما فعل كيفلن حين استخدم فكرة انسياب الحرارة، التي سبق تكريس نظريتها، نموذجا لنظرية المجال في الاستاتيكا الكهربية التي كان يقوم بتطويرها للمرة الأولى. بمعنى مجازي، يمكن استخدام لفظة "مناظرة" لوصف العلاقة بين النموذج نفسه، جسيمات تشبه كرات البليارد مثلا، والكينونات التي يصادر عليها لتفسير الظواهر، جزيئات الغاز مثلا. الإقرار بوجود مناظرة يعني هنا الحكم بوجود تماثل بين مختلف القياسات التجريبية وبعض الأعداد المشتقة من نظرية النموذج. فمثلا، إذا أجريت الحسابات المناسبة، المؤسسة على نظرية الميكانيكا، على الطاقة الخاصة بكرات بليارد متصادمة،

ســوف نحصل على سلسلة من القيم العددية تشكل ذات السلسلة التــي يقــرها الترمومتر الحراري الموضوع في وعاء يحتوي على غاز.

السـبب الذي يحول دون جعل نموذج من القبيل المطبق فــي النظرية الديناميكية للغازات مجرد طريقة يمكن الاستغناء عــنها فــي تصوير المعادلات المناسبة، هو أنه بالمقدور تعميم الـنموذج وتوســيع نطاقه، فضلا عن اختباره، وإذا لزم الأمر تعديلــه، في حين أن النسق الاستنباطي الصوري لا يقبل ذلك. يمكــن اختبار النموذج، لأنه نسق من الكينونات والعمليات سبق لــنا الدراية بسلوكها بمعزل عن الحقائق التجريبية الجديدة التي يوظف في تفسيرها. سلوك مجموعة الجسيمات المتحركة بشكل عشــوائي في وعاء مغلق يوصف في النظرية الديناميكية بشكل مســتقل عن النتائج التجريبية المتعلقة بالغاز التي يقارن بها، ما يعنــي أنــه بالإمكــان اســتخدام المزيد من تفريعات نظرية الجسيمات المتصادمة لتوسيع نطاق نظرية الغازات واختبارها. يمكــن طــرح المزيد من الأسئلة، من قبيل "هل تشبه جزيئات الغاز الكرات الصلبة أو المرنة؟"، و"ما قطرها؟"، كما يتم اختبار

الـــنظرية عبر استحداث تجارب للإجابة عن أسئلة تشبه الأسئلة التي يثيرها النموذج.

وبطبـــيعة الحـــال، فإن قيام النموذج بمثل هذه المهام لا يرتهـــن بكونـــه ميكانيكـــيا. لقـــد تم توجه عام تفضيل النماذج الميكانيكـــية فـــي القـــرن التاسع عشر، ولكن حتى في الفيزياء الكلاســـيكيه اســـتخدم نموذج الجسيمات المتجاذبة في الكهربية والمغناطيســـة، كما استعملت نماذج كهربية في نظرية الاتحاد الكيميائي، ونموذج انسياب الحرارة في نظرية المجال.المطلوب لـــيس كـــون النموذج ميكانيكيا، بل أن تكون لدينا دراية مسبقة بخصائصـــه وأن يـــتم وصـــفه عـــبر نظرية، يفضل أن تكون رياضـــية، وأن يكـــون ذا "نســـيج مفتوح" بحيث يسمح بالتعديل والبسط وفق ما يستدعي تفسير الظواهر والتنبؤ بجديدها.

تتعيـــن الصعوبة، التي يبدو أن التصور القائل بضرورة النماذج يثيرها نسبة إلى الفيزياء الحديثة، في أنه ليس هناك أي نمـــوذج مـــن الـــنمط التقلـــيدي، يستخدم جسيمات أو موجات مشـــحونة، يلائـــم تفسير ظواهر المجال الذري. أحيانا يقال إنه يتوجب علينا ألا نبحث عن نماذج يمكن تصورها، وأن نرضى

بالفــروض الرياضــية الصــورية التى لا تنار عبرها مفارقات نماذج الجسيم والموجة. في هذا الخصوص نلحظ أمرين يشيران إلـــى أن اشــتقاق مثل تلك النتيجة سلوك مضلل. أولا، يواصل علمـــاء الفيزياء بالفعل استخدام النمادج الجسيميه والموجية، كل فـــي مواقف تناسبها، وهم يقومون بذلك لا تعاطفا مع قراء العلم الشـــائع، ولا لأنـــه يعين على تدريس الطلاب، بل لكونه يشكل جزءا مهما من البحث في تلك المجالات، وهذا أمر تكفي نظرة ســـريعة إلى أبحاث أصيلة لتبيانه وتؤكده البراهين سالفة الذكر. صـــحيح أنه في مستوى أعمق من البحث النظري، حيث يتعين أن نـــأخذ فـــي الاعتبار كل من السلوكيات الجسيمية والموجية، يكـــون بالمقدور إسقاط نمادج النمط الكلاسيكي، تطوير النظرية عـــبر حدود يستبان أنها رياضية صورية. ولكن هل يؤثر هدا فـــى إصـــرارنا على عدم كفاية الأنساق الصورية غير المؤولة لطرح تفسيرات نظرية؟

بـــالمقدور تفادي هده الصعوبة بملاحظة أن النظريات الرياضية ليست بالضرورة، ولعلها لا تكون أبدا، هيكليات غير مؤولة، إذا كنا نعني بذلك مجرد مجموعة من العلامات المؤلف

بيــنها فــي مبادئ اعتباطيه تسمح بالاشتقاق وفق قواعد لا تقل اعتباطــية. يصــعب تبيان هذا بوجه عام، غير أنه قد يكون فى الوســع شــرحه عــبر بعض الأمثلة. حين توجب التخلي عن الــنموذج الفيزيقي للحركة الموجية في وسط مادي، بقيت آثاره فــي نوع الرياضيات المستخدم، إذ ظلت لغة رياضيه مشتقة من المعادلات الموجبة الخاصة بحركة الموائع، وغيرها، ولذا فإنها تحمــل نســبة للرياضــي بعــض التداعيات التخيلية المرتبطة بالصــورة الفيزيقــية الأصــلية. أيضا، حين استخدمت هندسة رايمان في نظرية النسبية العامة، لم نكن هيكلية غير مؤولة، بل توســيعا طبيعــيا لنطاق الهندسة ذات البعدين الخاصة بالسطح الكروي، الذي يمكن تصوره، بحيث تشتمل على هندسة المكان ثلاثى الأبعاد المنحني في بعد رابع، الذي لا يمكن تصوره، وإن ظلت فيها بعض تأويلات الرموز، مثل " متقاصر" و"نصف قطر الــتقوس"، ســليمة. تماماً كما أنه بالمقدور أن تتعدد مستويات تــأويل مجموعة من المعادلات الديناميكة، بدءا من جمل تتحدث عــن كــرات صلبة متصادمة وانتهاء بجمل تتحدث عن ضغط وحجــم الغــار، قد تتعدد تأويلات النظريه الرياضية البحتة في

مســـنويات مخـــتلفة من التجريد، بحبث نشتمل بدرجة أو أخرى على إشارات لجمل عيبية في الهندسة الاقليدية أو الحساب. إن هـــده الـــتأويلات الخاصة بصيغ رياضية صورية بوفر النسيج المفـــتوح الـــذي يمكّـــن مـــن احنبار النظرية، ومن تعميمها أو تعديلهـــا، كما هو الحال تماما مع النماذج الميكانيكية والكهربية الأكثر عيبية. من المناسب إذن أن نتحدث عن "نماذح رياضية" فضـــلا عـــن أنـــواع المناهج الأخرى الأكثر تقليدية. قد يحسب الـــبعض أن لفظة "نموذج" مضللة هنا، بسبب عدم وجود شيء عينـــي يـــتم تشكيله أو تصوره. غير أن هذه الكلمة قد أصبحت مجـــازة بســـبب نفشـــي اســـتخدامها في علوم تختلف باختلاف الكوزمولوجـــيا، الفيزياء الدرية، فسيولوجيا الدماغ، وعلم النفس الفرويدي. في حالة الفيرياء الأساسية على أقل تقدير، ما يسمى "نمـــاذج" أصبحت الآن رياضية كلية أو جزئيا على الأقل، كما فـــي الكوزمولجـــيا، حيث يتضح أن "نمادج العالَم" ليست نماذج بالمعنى الذي يمكن تصوره.

ولكـــن إلى أي حد يتعين أن نحمل هذه الأنواع المختلفة من النماذج محمل الجد ألا نكون، بتبيان أنها تعد جوهرية نسبة

للـــنظريات، وليســـت حلية يمكن الاستغناء عنها، قد وقعنا في مفارقات النزعة الواقعية؟ ليس بالضرورة، فنحن لا نقر وجود مـــناظرة **تامة** بين النموذج والعالم، بل نقر فحسب وجود تماثل فـــي جوانـــب بعيـــنها (يمكن أن نسميها **بالمناظرة الإيجابية**)، بـــالمقدور توسيع نطاقه إلى حد لم يتسن بحثه. قد يبدو أنه ليس هـــناك معـــنى مهم يحتاز عليه الحديث عن "النماذج" ما لم تكن هـــناك جوانـــب يخفق فيها التناظر الذي تعرضه. إننا نفكر في الـــذرات علـــى اعتـــبار أنها "تشبه" كرات البلياردو، **لا بوصفها** كـــرات بلـــيارد، لأننا نعرف أنها تختلف عن كرات البلياردو في جوانـــب بعيـــنها (**المـــناظرة الســـلبية**). إن مكمن قوة الرؤية الصـــورية فى النظريات إنما يتعين في إقرارها إمكان أن نجرد مـــن الـــنموذج مـــناظرة إيجابـــية تمـــثل مدى المعرفة اليقينية بالظواهـــر، وأن نـــتخلص مـــن المناظرة السلبية التي قد تجعل النموذج مضللا. لقد بينا أنه ليس بمقدور اختبار أو توسيع نطاق الـــنظرية بوجه عام إذا تم ردها إلى هيكلية مجردة، ولكن ماذا عـــن الـــنظرية (مثال نظرية ماكسويل) التى تم اختبار قدراتها وعـــرف مـــدى تطبيقها وحدودها؟ لقد أعلن هرتز أن نظرية

ماكســويل تشــكل البنــبه الصوربة لمعادلات ماكسويل، ويبدو بــالفعل أنىا حين نعرف مدى المناظرة التى يتعلق وفقها نموذج الأثــير بالظواهــر، ســوف يمكن من التعبير صوريا عما هو صحيح ومفيد فيها دون أية عبارات من قبيل "كما لو أن.." تقوم بعــرض الجوانـــب غــير المتعلقه. من البين أن نصير النزعة الصورية محق في التالي: الغاية من استخدام النموذج تتعين في جعلــه غــير ضروري بجعل أنفسنا على ألفة بمجال الاكتشاف الجديــد، بحيــث نستطيع وصفه عبر لغته نفسها، دون مقارنه بشيء أكثر ألفة. قد يصبح المجاز المشتق من النموذج "**استعارة ميــتة**" ("جــذب"، أنابيــب القــوة")، بمعنى أنها تكتسب معنى اصــطلاحيا مــن ســياق الاكتشافات الجديدة وتفقد ارتباطاتها الأصــلية. وقد يحتفظ معناها ببعض الارتباطات الأصليه، لكنها تعــدل بطريقة تدريجية وفق انصياح مدى المناظرة السلبية، كأن يصــبح معنى "جسيم" في الفيزياء ليس "الجسم الكروي الصلب والملون الذى " بل "الحالة الفرديه فى المجال الكهرومغناطيسي التــى " أو "الحــزمه الموجيه التي "، بحيث تشير النقاط إلى عــدد غــير محــدد مــن الأشياء التى يمكن أن تقال عن هذه

الكـــنونات، تمامـــا كما يمكن أن تفال أشياء لا حصر لها عن الأشـــياء المادية العادية بحيث لا ندري، حتى بشكل ضمني، في أية مرحلة من مراحل الفيزياء كل هذا الأشياء.

الواقع أنه ليس هناك مجال بحثي يعد مقفلا بحيث يستنفد وصـــفه الصوري كل ما تود الفيرياء إقراره بخصوصه. وحتى حـــال معـــرفة البنـــية الصورية الخاصة بمجال محدود، تحاول الفيزياء دوما الكشف عن نظرية أكثر أساسية وعمومية تشمله. النظريات المعزولة المحجورة ضمن أطر صورية لم تعد مثيرة **علمـــيا**، بصـــرف النظر عن نفع **تطبيقات** أوصافها الصورية، وحين يتم اكتشاف نظرية جديدة يتغير حتى وصف هذه النظرية من حيث المبدأ، كما حدث مع ميكانيكا كرات البليارد التي قامت الـــنظرية السببية بتغييرها، رغم عدم حدوث تغير صوري في تطبيقاتها العملية.

غـــير أن مســـألة ما إذا كان المقصود من النموذج أن يكون وصفا فعليا مسألة مختلفة. إن كون النموذج لا يعرض في نهايـــة المطـــاف ســـوى مناظرة محدودة، وإمكان التعبير عن علاقـــات مخبأة بين الأشياء بحدود صوريه، أو باستخدام معدل

واصطلاحي لكلمات استعملت بداية على نحو مرتبط بالنموذج، لا يعني أن هذه العلاقات ليست واقعية. لقد تم التسليم منذ عهد طويل بأن الكون دائري، رغم أن أرسطو اعتبر هذا الحكم نظرية قلقة يقترحها نموذج الشمس والقمر ونبررها براهين ظاهراتية. أيضا تم التسليم بأحكام من قبيل أن الأرض تدور حول الشمس، وبأن المركب الكيميائي يتكون من عناصر، وأن المغناطيسية كهربية في حال الحركة، وأن ثمة موجات لاسلكية تنتشر في الفضاء. أن جبهة الحقائق لا تستقر على حال، وهذا على وجه الضبط هو الملمح التقدمي في العلم. غير أن هناك حالات كثيرة يوضح فيها هذا التقدم أن مختلف النماذج التي تفهم عبرها الحقائق الجديدة، وتقبل بسببها، كانت باطلة حرفيا، كونها لم تكن تشبه تماما الحقائق القديمة التي قورنت بها. لو كانت باطلة فعلا، لكان من الممكن منطقيا أن تكون صادقة، ما يكفي لموضع كل نماذج هذه النظريات تحت بند الجمل الواقعية، وللتمكين من عقد تمييز دقيق بين الجمل التي كانت تشكل مقاربات أفضل أو أسوء للواقع.

يتعيــن على ذلك ملاحظه أنه لم يقصد من كل النماذج التــي طرحــت فــي الفيزياء أن تكون أوصافا حقيقية على هذا النحو. فبالمقدور التمييز بين أربع استخدامات لا واقعية مختلفة. أولا، **النماذج المماثه**، التي تستخدم قصدا لتحقيق مقاصد عملية، رغم الدراية ببطلانها. إن يرتهن مدى نفع مثل هذه النماذج بقدر مــناظراتها الإيجابية، ومدى إمكان إغفال مناظراتها السلبية في الظــروف العملية. هكذا قد يستعمل نموذج انسياب الحرارة في ســياقات تســكل مقاربة كافية للنظرية الحركية، وقد تستخدم الميكانــيكا النيوتونية في سياق لا يشترط دقة الميكانيكا النسبية. ثانــيا، قــد تشكل قصدا **آلات مناظرة** (من الحديد والنحاس، أو باستخدام رسومات) لتمثيل جوانب بعينها من العمليات الطبيعية، بحيث تعمل مثل الحواسيب حال عور الدراية النظرية الرياضية الخاصــة بالظواهــر المعنــية أو حــال صــعوبتها. السلاحف الإلكترونــية مــثال علــى هذا الاستخدام للنماذج، حيث تتضح مناظرة سلبية في جوانب بيولوجية وكيميائية بعينها بين النموذج والحــيوان، تقابلهــا مــناظرة إيجابية مجهولة القدر في بعض الجوانــب الســلوكية. الأنفــاق الهوائية مثال آخر، فثمة دراية

بالــنظرية الرياضـــية الأساسية، وإن كان يصعب اكتسابها في بعــض الحالات. إن هذه النماذج توظف بديلا لنظريات رياضية استنباطية لم نتمكن بعد من معرفة تفاصيلها، ولا يقصد منها أن تكــون أوصــافا صـــحيحة بــل أن تســاعد على اكتشاف تلك الأوصـــاف. ثالــثا، قــد تســتحدث نماذج بعدية لتجسيد نظرية رياضـــية قائمـــة أساســا أو لمجــرد جعل النظرية أسهل على التطبــيق. مــثال ذلك نماذج الأثير الميكانيكية السائدة في القرن التاسع عشر، التي تعين محمل تناظرها الإيجابي في المعادلات المــناظرة، بحيث لم تسهم مباشرة في بسط أو اختبار النظرية، ولم يرم منها أن تكون واقعية. وأخيرا، ثمة **نماذج مكملة**، من قبــيل نموذجـــي الجسيم والموجة في فيزياء الكم اللذين يستثني الواحـــد منهما الآخر في جوانب بعينها، ما يجعله يقصر مجال تطبــيق مـــناظرة الآخـــر الإيجابية، رغم أن قدراتهما الخاصة بالتناظر الإيجابي ليست مستنفدة في جوانب أخر، بحيث يتسنى توظيفهما نماذج مفيدة في ظروف خاصة.

لا ريـــب أنـــه بالإمكـــان تمييز أنواع أخرى من النماذج في ممارســـة الفيزياء وسائر العلوم، غير أن هذا التصنيف الموجز

يكفي لافتراح تعريف لمنزلة النموذج الواقعية. **يقصد من النموذج أن يكون وصفا واقعيا إذا كان يعرض تناظرا إيجابيا ولا يعرض أي تناظر سلبي في كل الجوانب التي سلف اختبارها، وإذا كان يحتاز على فائض محتوى يمكن من حيث المبدأ اختباره**، بحيث تفهم هده العبارة الأحيرة بمعنى واسع سوف نعنى به في سياق ضرب أمثلة تاريخية. النماذج التي تستوفي هدا المعيار تعد **نماذج وصفية**. قد يبدو أن الاستخدام المستمر لكلمة "نموذج" فيما يتعلق بهذا التعربف استخدام مفارقي، على اعتبار أن ما نتحدث عنه هنا هو إمكان وصف حرفى لا مجازي، والنموذج الذي يحقق هذا المعيار لن يشترط عبارات من فبيل "كما لو أن ". ولكن في ضوء التناظر الإيجابي الممكن الذي لم يتم اكتشافه بعد، يشكل الاحتفاظ بمثل تلك العبارة تذكيرا بإمكان أن يستبان بطلان النموذج. ومهما يكن من أمر، فإن استخدام كلمة "نموذج" قد يعين توكيد سماته الخاصة بالقابلية للفهم لا الخاصة بمجازيته. إنه نمودج بمعنى أنه صورة تستنسخ الظواهر باقصى درجات الدقة، لا بمعنى أنه انطباع أو كاريكاتير يقوم عمدا بتشويه ما يصوره. ويمكن

تسـمية الخاصـية التى تختص بها النظريات التى نمثل نماذج بحيث تحتار علـى معنى وينسنى اخبارها وتوسيع نطاقها بـ"قابلينها للفهم"، وهدا شرط ضروري يتعين على النظريات استيفاؤه، فضلا عن معايير التدليل والدحض الني سلف ذكرها. يتضح أيصا تعلق القابلية للفهم بفكرة التفسير البدهية التي نرغب وفقها لا في الربط بين الظواهر والقيام بالتنبؤ فحسب، بل فى فهم هذا الربط، وهذه رغبة تفسر إلى حد كبير استمرارية اشتقاق النماذج من آليات نألفها.

فى علم أية حقبة زمنية، ثمة فئة مهمة على نحو خاص من النمادج أو النظريات الوصفية يمكن تسميتها بالنماذج الأساسيه، كونها أكثر شمولية من غيرها ويتم افتراضها من قبلها. لا يكون النمودج أساسيا إلا في علاقته بموقف تاريخي بعينه، مثال الذرات الديمقرطيسية، الحسيمات النيوتونية المتجاذبة والمتنافرة، والديناميكا الكهربية الكمية، التي تعد أساسية نسبة إلى سياقاتها التاريخية. إن هذه النماذج لا تتسق بشكل طبيعي مع الهرمية الاستنباط_فرضية التي توصف وفقها النظريات بوجه عام، كونها تبدو من منظور هذه الهرمية كأنها

توطـــف فـــي ذات الوقت بوصفها تعميمات تنتمي إلى مستوى مـــتدن، وفروضا ذات مستوى عال، وقواعد للاستدلال. اعتبر كمـــثال قوانيـــن نيوتن في الحركه في الفيزياء الكلاسيكيه. أنها بمعـــنى مـــا تعـــد تعميمات متدنية المستوى تنهض على حقائق تجريبية تتعلق بأجسام متحركة. وبمعنى آخر، تعد فروضا ذات مستوى عال يتم بالركون إليها، وإلى ملاحظات وتعميمات أخر، التنبؤ بمختلف الظواهر وتفسيرها. وبمعنى ثالث، تعد قواعد يتم وفقهـــا الاســـتنباط مـــن الفـــروض. غير أن مثل هذه النماذج الأساســـية لا تحظى باهتمام كاف في أدبيات فلسفة العلوم إن ضرب التآثر المتبادل بين الأجسام يعد إحدى الخصائص العامة التـــي نعرضـــها مثل هذه النماذج، بل إنه لا سبيل لتحديد معنى "التأثـــير عن بعد" أو "حفز التلامس" إلا عبر النموذج الأساسي والمفاهيم التي تتضمنها

مثل النظام الطبيعي[43]

ستيفن تولمن

ولد ستيفن تولمن في لندن عام 1922، وكان عضوا في كلية كنج وكيمبردج، حيث درس الرياضيات والفيزياء، كما قام بأبحاث حين كان طالبا للدراسات العليا تحت إشراف لودفيج فتجنشتين. كان أيضا محاضرا في اكسفورد لمدة خمس سنوات، وأستاذا للفلسفة ورئيس القسم الفلسفة في جامعة ليدز لفترة مماثلة. عمل أستاذا زائرا في جامعة ملبورن باستراليا وكلومبيا وستانفورد، وهو الآن مدير مؤسسة نفيلد لتاريخ الأفكار في لندن. فضلا عن "التكهن والفهم"، ألف تولمن "منزلة العقل في علم الأخلاق"، فلسفة العلم"، و"نسيج السماوات" (بالاشتراك مع زوجته جون جودفيلد). و"معمار المادة"، كما كتب العديد من المقالات في فلسفة وتاريخ العلم.

Foresight Ana Understanding, The Place of Reason in Ethics, Philosophy of Science, The Fabric of The Heavens (with his wife, June Goodfield), and The Architecture of Matter

ما الظاهرة؟ وكيف يقر العلماء اعتبار الحدث "ظاهرة"؟ وكــيف يعرفون أي نوع تشكل؟ الرؤية التنبئية للتفسير تصرف

[43] From Stephen Toulmin, *Foresast and Understanding* (Bloomington Indiana Univ Press, 1961), pp 44-61 Used by Permission of Indiana Univ Press, and of Hutchinson & Co (Publishers) Ltd London

الـــنظر عن هذه المسألة، وهذا أمر يؤسف له. ذلك أنها تقترح أنـــه لا فرق بين الحوادث من وجهة نظر تطبيق النظرية، تماما كما أنه لا فرق بين مختلف حالات المد والجزر وشروق الشمس والكسوف عند عالم الأرصاد الجوى. لو كان لدينا أصلا أسلوب للتنبؤ بحالات الكسوف أو المد، يتعين أن يطبق على حد السواء علـــى كل الحوادث، ما يثير التساؤل عن مبرر أن يختلف الأمر في حال التفسير.

بـــيد أن هناك فرقا مهما. قد يتكهن العراف بكل حوادث نمـــط بعينه على النحو نفسه، لكن الظاهرة عند العالم ليست أي حدث من القبيل الذى يعنى به، بل هى، كما يقر واضعو المعاجم محقيـــن، "حدث يعد سببه مثار سؤال"، خصوصا حين يكون "غـــير متوقع إلى حد كبير". فضلا عن ذلك، إذا كانت الظاهرة حدثـــا غير متوقع، فإن هذا يشير لا إلى أن العالم أغفله أو فشل فـــي التنـــبؤ بـــه، بل إلى كون العالم احتاز على توقعات مسبقة بعينها جعلت الحدث غير متوقع.

لا يتكون مسار الطبيعة عند العراف إلا من "شيء لعين تلـــو الآخر". لن يُضبط العراف متلبسا بحال الغفلة، فقد اكتشف

طـــريقة للتكهـــن بـــالحدث التالي. لكن هذا لا يعني أنه يفهم ما يحـــدث. موقـــف العالم مختلف تماما. إنه يبدأ بمعتقد مفاده أن الأشياء لا تحدث فحسب (ولا تحدث بشكل منتظم فحسب)، بل ثمـــة مجموعـــة مثبتة من القوانين أو الأنماط أو الآليات تفسر اتخـــاذ الطبـــيعة المسار الذي تتخذ، وأنه يتعين على فهمه لتلك القوانين أو الأنماط أو الآليات أن يرشد توقعاته. فضلا عن ذلك، لديـــه بدايات فكرة عن ماهية تلك القوانين والآليات، ولذا فإنه لا يقـــارب الطبـــيعة (ويتوجب عليها ألا يقاربها) خلوا من الأحكام والمعـــتقدات المســـبقة. عوضا عن ذلك، فإنه يبحث عن شواهد تبيـــن له كيف يشذب ويشكل أفكاره، بحيث تطابق الطبيعة التي يناجز بشكل أفضل.

هـــذا هو ما يجعل الظواهر" مهمة عنده. يحسن اللاعب مـــن أساليبه الرياضية بطريقة أسرع بالاحتكاك مع من هم أقدر مـــنه بدرجة واحدة. وعلى نحو مماثل، يبحث العالم عن حوادث ليســـت مفهومـــة تماما، وإن كان بالإمكان استيعابها عبر اتخاذ خطـــوة ذهنية بمقدوره اتخاذها. طالما أن كل شيء يسير بحيث يتســـق مـــع توقعاته المسبقة، فلن يجد فرصة لتحسين نظريته.

يتعيــن عليه البحث عن انحرافات لم يتسن بعد تفسيرها، لكنها تعد بقابليتها لأن تفسر.

ما أن يشرع المرء في تحديد الظواهر، حتى تترى على قلمــه كلمــات موحــية مــن قبيل "انحراف"، و"شذوذ" و"عوز الانــتظام". كــل هــذه تستلزم بوضوح أننا على دراية بمسار مباشــر، ســلس، ومنــتظم للحــوادث يعد قابلا للفهم، عقلانيا، وطبيعــيا بطريقة معايرة "للظاهرة". هذه على وجه الضبط هي النتــيجة التي نبدي الآن استعدادا للخلاص إليها: توقعات العالم المسبقة محكومة بأفكار أو مفاهيم عقلانية تتعلق بالنظام العادي للطبــيعة. الأشــياء التــي تحدث بطريقة تتسق مع هذه الأفكار يجدهــا بيّــنة. سبب أو تفسير الحدث يكون موضع تساؤل (أي يصــبح الحــدث ظاهرة) حين يبدو أنه ينحرف عن هذا المسار المعــتاد. تصنيف الحدث ضمن مختلف أنواع الظواهر (كما في حالــة "انكسار شاذة") يتم بمقابلته مع الحالة العادية والمفهومة. وقــبل أن يكون بمقدور العالم أن يكون راضيا، يتعين عليه أن يجد سبيلا لتطبيق أو بسط أو تحوير أفكاره المسبقة عن الطبيعة بحيــث يجعــل مــن الشذوذ حالة سوية. سوف نبحث الآن في

حــالات ممــثلة تستبان فيها هده العملية الذهنية، بحيث تتضح بعــض الوظائف التي تقوم بها "مُثل النظام الطبيعي" في تطوير وتطبيق النظرية العلمية.

لــنا فــي هذه المرحلة أن نعيد النظر في تاريخ العلم؛ بحيــث نعنى خصوصا هذه المرة بالقرن السابع عشر. في تلك الحقــبة طــرأت تغــيرات حاسمة على العديد من فروع العلم، اشــتملت علــى حالتــي إعادة توجيه أساسيتين، سوف تشكلان موضــع عــناية هذا الفصل والفصل الذي يليه. بداية، دعوني أوضــح مفــاد إشــارتي إلى إعادة الترتيب الداخلية ضمن علم الدينامــيكا، التــي حلت عبرها في نهاية المطاف مفاهيم نيوتن الأساســية بديــلا عن مفاهيم أرسطو. في الفصل التالي، سوف نهــتم بــبعض التغيرات التي لم تبدأ بجدية إلا في نهاية القرن السابع عشر، وأحدثت تغييرا لا في التنظيم الداخلي للعلم، بل في العلاقــات المتــبادلة بيــن علمين مختلفين، عنيت الفسيولوجيا ونظرية المادة.

فــي كــل حالــة، يمكن طرح تصور زمني للتجارب والمنشورات والاكتشافات الامبيريقية التي قام بها العلماء. غير

أن لا سبيل لفهم التغيرات الدهنية التي طرأت على أفكارهم إلا إدا نفذنـــا إلـــى أعمـــاق أكـــثر غورا وحاولنا ملاحظة الأنماط الأساســـية للـــتوقعات المعنية في حالات الجدل. فالحوادث من القبـــيل الدي قبله الأسلاف بوصفه مسارا طبيعيا أضحت تعتبر الآن (كمـــا سوف نرى) حالات شذوذ معقدة؛ في حين أصبحت حـــوادث أخـــر، سلف أن بدت استثنائية أو شاذة، بل حتى غير قابلـــة للتصور، تعامل بوصفها حالات مثالية للنظام الطبيعي. ولكن دعونا نفصل في تلك الحالات.

اعتـــبر أولا الـــثورة التى حدثت في علم الديناميكا في القـــرن السابع عشر. لتوضيح التغير المركزي، يتوجب أن نبدأ بالنظر في الصورة الساخرة للنظريات قبل الجاليلية في الحركة، التي يمكن أن يقتفى أثرها إلى أرسطو. "كانت أفكار الناس عن الديناميكا قبل جاليليو" فيما تقترح تلك الصورة، "تركن إلى خطأ بسيط. كان أرسطو فيلسوفا، وفي أفضل الأحوال نصيرا للمذهب الطبيعي، لكنه لم يكن عالما حقيقيا. ربما لم تعوزه المهارة فى تجمـــيع عينات ومعلومات متفرقة، لكنه لم يكن يحسن التفسير. لقـــد طرح رؤى يتضح بطلانها بخصوص طريقة تعلق حركة

الجســم بالقوى المؤثرة عليه، فلقد أقر هذا الجهول أن أثر القوة المؤثــرة بشكل مستمرعلى أي جسم يتعين في جعله يستمر فى حركــته بســرعه ثابته، في حين اكتشفنا الآن أن القوة الثابتة لا تنتج سرعة ثابتة بل تسارعا ثابتا. هكذا بالغ أخلاف أرسطو في تبجــيل قدراتــه الذهنية، فوثقوا في كلمته عوضا عن الثقة في عــيونهم؛ وحدهــا أعمــال العبقري العنيد جاليليو، الذي رفض السماح لنفسه بأن تربكه الألفاظ، وأصر على إخضاع حتى أكثر التعاليم سلطوية ومهابة لاختبار الخبرة، التي استطاعت القضاء على هذا المسخ وجعله طي النسيان".

وفــق هذه الصياغة، قد يكون هذا كاريكاتيرا لكاريكاتير أكــثر من كونه كاريكاتيرا، رغم أننا غالبا ما نصادفها، جزئيا، بشــكل ضمني، أو ربما في صياغة أقل سماجة.على ذلك، فإن الصورة المتضمنة في هذا التصور للميكانيكا الأرسطية ولإسهام جاليلــيو فــي فكــرنا، تمثل مجموعة من الأخطاء والأساطير التاريخــية تعد استثنائية حتى نسبة إلى تاريخ العلم، الموضوع الــذي حاول فيه المؤسسون أشباه جورج واشنطن لفترة أطول ممــا يجــب التمرد على أسلافهم. ما يتوجب على المرء شجبه

ليس ففط عدم أرجحية أن يقع رجل بقدرات أرسطو في مثل هذا الخطـــأ الفاضح البسيط، بل أكثر من ذلك الطريقة التي يحط بها ذلـــك الكاريكاتـــير مـــن شأن حدث رائع بحيث يجعل منه حدثا مبتذلا.

أين يكمن الخلل إذن؟ نلحظ بداية أن ذلك التصور يعزو إلـــى أرســـطو فضل محاولة القيام بشيء يبدو أنه لم يفكر فيه إطلاقـــا. إنه يصوره كما لو أنه يطرح علاقة رياضية من النوع الـــذي نألفـــه في النظرية الديناميكية الحديثة. يمكن صياغة هذه العلاقـــة لفظـــا: "القوة تختلف باختلاف ناتج ضرب الوزن في الســـرعة"؛ أو رمزا: $F \propto W \times V$. غير أنه لا سبيل لقراءة هذا فـــي أعمـــال أرســـطو إلا عبر ارتكاب خطأ تاريخي. نادرا ما نصـــادف هذا النوع من المعادلات قبل القرن السادس عشر بعد الميلاد، لا لأن الرموز المستخدمة فيها لم تكن استحدثت بعد، بل لأن ذات الأفكـــار المتضمنة في استخدام مثل هذه المعادلات لم يتم تطويرها إلا في السنوات التي سبقت عام 1600 مباشرة.

وبالطبع، إذا قبلنا هذه المعادلة بوصفها تعبيرا عن رؤية أرســـطو، وقمـــنا بـــتأويلها من منظور محدث، سوف نجد أنها

مخطـــئة بشـــكل مؤس. دلك أنه من الطبيعي هذه الأيام أن نقوم بتأويل الرمز الخاص بالسرعة على أنه يعني "السرعة اللحظية"، وأن نفســـر رمـــز القـــوة وفق معناه النيوتوني القياسي، وهدان مفهومـــان لم يتم تشكيلهما بوضوح تام إلا عام 1687. مباشرة ثمـــة اعـــتراض ينار. يبدو الحد "وزن" الآن في غير موضعه إطلاقـــا، ويتوجب افتراضا أن يستعاض عنه بالحد "كتلة". ولكن حـــتى لو قمنا بدلك، لا ريب أن نسبة القوة المؤثرة على الجسم إلـــى كتلـــته لا تحـــدد سرعته بل تسارعه. على ذلك يجب أن نتســـاءل: هـــل ننســـب هنا إلى أرسطو أحكاما قصدها؟ إذا كنا نحملـــه معاني لم يقل بها، فلا غرو أن نخلص إلى ارتكابه خطأ جسيما.

ولكـــن ما السبيل المغاير لفهم ما يريده أرسطو؟ بوجه عـــام، يجـــب طرح ما يقوم به في كتاب "الفيزياء" لا في شكل معادلات دقيقة، بل في أفضل الأحوال في شكل نسب وتناسبات تقيم علاقة مثلا بين طول الزمن الذي تستغرقه مختلف الأجسام لطي ذات المسافات حتي تؤثر عليها درجات مختلفة من الجهد. إنـــه يضـــرب مثل هذه الأمثلة كما لو أنها معنية بمهام، بحيث

يطرح أسئلته على النحو التالى: "إذا استعرقت المهمة كدا الوقت كــدا، ما الوقت الذي سوف تستعرقه المهمة كذا؟". مثال ذلك، إذا اســتطاع رجل بنفسه حمل حسم مسافة مائة ياردة في ساعة مــن الزمــن، مــا حجم الجسم الدي يستطيع رجلان حمله دات المســافة في ذات الزمن؟ إن أرسطو يخلص إلى أن فدر إزاحة الجسم بجهد معطى، يطرد عكسيا، ضمن حدود بعينها، مع حجم الجســم، وأنـــه بـــالمفدور إزاحة الحسم في زمن مفاس مسافة تتناسب طرديا مع الجهد الذي يتم بذله.

وبطبــيعة الحال، فإن هدا النوع من النسب (فيما يجوز أرســطو) لا يســري حال تحاوز حدود بعينها. قد يكون الجسم كبــيرا إلـــى حد أنه لا سبيل لتحريكه إلا عبر حشد من الناس، بحيث لا يتأثر بالجهد الذي يبذله واحدهم؛ أرسطو يضرب مثالا علي ذلك بمجموعة من الرجال تحاول تحريك سفينة. أيضا فإنه يلحــظ محقا أن الأثر الذي يحدثه المرء ببذل جهد بعينه يتوقف كلــية على المقاومة التي يتعين عليه التغلب عليها. سوف يحتاج الحشد الذي يقوم بسحب سفينة عبر طريق وعرة إلى زمن يفوق ذلــك الــذي يســتغرقه في سحبها عبر طريق ممهدة. كتقريب

تمهـيدي، كونـه لا يحتار على تعريف أفضل "للمقاومة"، يقوم أرسـطو بطرح التناسب التالي: المسافة التي يتم طيها في زمن بعينه تطرد عكسيا مع قوة المقاومة ضد الحركة.

ثمـة ثلاثـة أشـياء نحتاج إلى قولها بخصوص نسب أرسـطو، قبل أن نقوم بفحص الاختراعات الديناميكية في القرن السـابع عشـر. مفاد الأول هو أن أرسطو ركز اهتمامه على حـركة الأجسام قباله مقاومة لا بأس بها، وعلى الفترة الزمنية المتطلبة لإحداث تغيير تام في الموضع. لأسباب متعددة، لم يعن إطلاقـا بمسألة تعريف "السرعه" حال اعتبار فترات زمنية يقل مداها تدريجيا (أي السرعة اللحظية). أيضا فإنه لم يبد استعدادا للاهـتمام بالكيفية التي تتحرك بها الأجسام حال غياب المقاومة عملـيا أو نهائـيا. لقـد اسبين أن تردده كان مؤسفا، رغم أن مـبرراته كانت معقوله وجديرة بالثناء. لقد كان ارسطو يرفض دومـا، على كونه فيلسوفا محتما عليه، وفق مذهب البعض، أن يحلـق فـي السماوات، أن يستدرج إلى نقاش الأمثلة الحدية أو المسـتحيلة. إذا أغفلنا لبرهة السقوط الحر بوصفه حالة خاصة، فـان كـل الحركات التي نلحظها من حولنا، فيما يقر أرسطو،

محكومة وفق درجة أو أحرى من التوازن التام بين مجموعتين من القوى: القوى التي تنزع إلى الحفاظ على الحركة وتلك التي تنزع نحو مقاومتها. في الحياة الواقعية أيضا، يتخذ الجسم دوما وقتا بعينه لطي أية مسافة محددة. لا ريب، والحال ما وصفت، أنـــه اعتبر مسألة السرعة اللحظية ممعنة في التجريد؛ وكذا كان موقفـــه مـــن فكرة الحركة التي لا تحول دونها أية قيود والتي رفضـــها بوصفها غير واقعية. أفترض أنه كان محقا؛ فحتى في فـــراغ المسافة الفاصلة بين النجوم، حيث بالمقدور عمليا إغفال العوائـــق التي تعرقل حركة الأجسام، تظل هناك بعض المقاومة الطفيفة، وإن كانت متقطعة.

الأمـــر الثاني مفاده أننا إذا عنينا مباشرة بأنواع الحركة التـــي اعتبرها أرسطو نمطية، سوف نجد أن تناسباته التقريبية تظل تحتفظ بموضع محترم حتى في فيزياء القرن العشرين. إذا قمـــنا بتأويلها لا بوصفها رؤية منافسة لرؤية نيوتن في الطبيعة، بـــل باعتـــبارها تعميمات تتعلق بالخبرة المألوفة، سوف نكتشف صحة الكثير من أحكامه، بل إننا قد نقر أنه تحدث بطريقة أكثر حكمـــة مما تمكنه معارفه. ذلك أنه في حين جادل فحسب بغية

الحصـــول علـــى نســـب كيفية تقريبية تربط بين مجمل قياسات مكانية وزمانيه، يلحظ الفيزيائيون المعاصرون معادلة رياضية دقيقة تكاد تناظر نسبه، رغم أنها تربط بين متغيرات لحظية من نوع لم يستخدمه إطلاقا.

تعــرف هذه المعادلة باسم "قانون ستوكس"، وهى تربط بيــن ســـرعة تحــرك الجســم حين يوضع في وسط مقاومي، كالســائل، والقــوة المؤثــرة عليه وكثافة (لزوجة) الوسط. يقر ســتوكس أن ســرعة الجسم في هذه الظروف تطرد إيجابيا مع القــوة المؤثرة عليه وسلبيا مع لزوجة السائل. هبنا أسقطنا كرة بليارد في سوائل ذات لزوجة مختلفة (ماء، عسل، وزئبق مثلا). في كل حالة سوف تتسارع الكرة للحظة، ثم تتحرك حركة سفلية بسرعة حدية (نهائية) محددة من قبل لزوجة السائل المعني. إذا تمــت مضاعفة القوة المؤثرة، سوف تتضاعف سرعة السقوط؛ وإذا كان لأحد السوائل ضعف معامل لزوجة آخر، سوف تطوي كرة البليارد المسافة بنصف السرعة.

الأمر الثالث يولف بين الأولين، عنيت حقيقة أن أرسطو أسس تحليله على مفهوم تفسيري أو بارادايم بعينها، قام بتشكيلها

عـــبر اعتـــبار أمثلة من نمط قياسي، وكونه استخدم هذه الأمثلة موضـــعا للمقارنة حين حاول فهم وتفسير أي نوع من الحركة. إذا أردت فهـــم حـــركه الجسم، يتعين وفق رؤيته أن تفكر فيها بالطـــريقة التي تفكر في العربة والحصان؛ يتوجب عليك البحث عـــن عامليـــن، العامل الخارجي (الحصان) الذي يجعل الجسم (العربة) يستمر فى حركته، والمقاومة (وعورة الطريق واحتكاك العـــربة) التـــي تـــنزع نحو جعل الحركة تتوقف. يعنى تفسير الظاهرة إدراك أن الجسم يتحرك بمعدل يتناسب مع حسم بوزنه، حيـــن يـــتعرض لـــذات الـــتوازن بين القوة والمقاومة. الحركة المستمرة تحت تأثير هذا التوازن هو الحدث الطبيعي الذي يتعين توقعـــه، ولـــذا، فإننا بتبيان أن الحدث يعرض مثل هذا التوازن نكون قد نجحنا في تفسيره.

وكمـــا نعـــرف، فإن تحليل أرسطو لا ينطبق في حالة تحرك الجسم فى مواجهة مقاومة طفيفة. إذا أسقطت كرة بليارد فـــي الهـــواء عوضا عن الماء أو الدبس، سوف تتسارع لوقت طويل. في الظروف الأرضية، لن يكون بمقدورها أن تسقط إلى مســـافة تكفـــي لبلوغها "السرعة الحدية"، التي يبدأ عندها قانون

سوكس في السريان. العامل الأكثر أهمية في هذه الحالة سوف يكـــون فترة التسارع الابتدائية، وهذا أمر لم يحظ إلا بنزر يسير مـــن اهـــتمام أرسطو. لو أنه أمضى وقتا أطول في التفكير في مســـألة التســـارع، لربما تمكن من رؤية حاجته إلى شيء أكثر تركيبا من تناسباته البسيطة.

ســـتراتو، أول أتباع أرسطو المهتمين بالميكانيكا، عني بهـــذه الظاهرة، غير أنه لأسباب كثيرة، بعضها فكري وبعضها الآخر تاريخي، لم يتسن له ولا لخلافه من الأقدمين تحقيق تقدم عظـــيم يـــتجاوز نسب أرسطو. هكذا أحيل الأمر إلى رياضيي اكســـفورد فـــي بدايـــة القرن الرابع عشر، الذين قاموا بإضافة تعـــريف مناسب للتسارع إلى تفسيرات أرسطو للسرعة، بحيث مهدوا الطريق أمام ستيفن وجاليليو ونيوتن.

يكفـــي هـــذا لنقاش الخلفية. ما الذي حدث إذن في علم الديناميـــكا خـــلال القرن السابع عشر؟ لا ريب أن الكاريكاتير ذائع الصيت مخطئ في الجانب التالي: لم يحدث أن أدرك الناس فجـــأة خطأ رؤية أرسطو، في حين وثق أسلافهم ثقة عمياء في صـــحتها. أرســـطو نفســـه طرح نسبه على اعتبار أنها تسري

فحســب ضمن حدود بعينها، كما أن جون فيليبونز (حوالي عام 500 بعــد الميلاد) أوضح تماما أنه لا سبيل لتفسير المقذوفات والأجسام الساقطة بحرية إلا عبر استحداث مفهوم لا عهد لأحد به. لقد تعينت الإشكالية في كيفية الإصلاح من شأن الخلل.

نســتطيع أن نــرى على نحو استعادي أن التخلي عن الــبارادايم التي شكلت لب تحليل أرسطو كان محتما، وأنه كان عليها أن تخلي السبيل أمام بارادايم أخرى تؤكد أهمية التسارع. غــير أن ذلــك لم يكن أمرا هينا. لقد اعتاد البشر وفق خبراتهم اليومــية وبســبب "ثقتهم العمياء في سلطة أرسطو" التفكير في الحــركة بوصــفها توازنــا بيــن القوة والمقاومة، ولذ انحدوا الخطــوات المهمة مترددين، محرزين في كل مرة تقدما طفيفا، فــي مواجهة الحس المشترك الذي ورثوه عن أسلافهم. الخطوة الأكثر حاسمية اتخذها جاليليو، رغم أنه قصر عن بلوغ النتيجة التي يعزى إليه عادة فضل اكتشافها.

لقد أصر محقا على أنه لا شيء طبيعيا أو عقلانيا على وجــه خــاص في سكون الجسم حال تلاشي القوى الخارجية. السكون يشبه الحركة المنتظمة في كون كليهما "طبيعيا" نسبة إلى

الجســـم الموجـــود علـــى الأرض. ســـوف نلحظ هذا إذا قاربنا تدريجـــيا حالـــة انعـــدام المقاومـــة التى أنكرها أرسطو بسبب اســـتحالتها. فكـــر في سفينة في بحر هادئ، وتخيل أن مقاومة الحـــركة تقـــل تدريجيا إلى أن تصل إلى حد يمكّن من إغفالها نهائـــيا. لـــو حدث ذلك، فيما يقر جاليليو، لحافظت السفينة على ســـرعتها الأصـــلية دون تغيير. ولو كانت ساكنة أصلا، لظلت ســـاكنة إلى أن تقوم قوة خارجية بتحريكها، ولو كانت متحركة، لاســـتمرت فى حركتها عبر ذات المسار وبنفس السرعة إلى أن يعوقهـــا عائق. الحركة المستمرة بنفس السرعة قد لا تكون أقل طبيعـــية ولا قـــدرة علـــى تفسير نفسها من السكون، والمقاومة الخارجية وحدها القادرة على جعل الأجسام الأرضية تتوقف عن الحركة.

بهـــذه الخطـــوة اقـــترب جاليليو كثيرا من رؤية نيوتن الكلاســـيكية، غير أنه لم يصل إليها. صحيح أنه استبدل بارادايم جديـــدة بـــبرادايم أرســـطو في الحركة الطبيعية (كون الحصان والعربة يسيران بسرعة ثابتة في مواجهة مقاومة بعينها). نسبة إلى أرسطو، تعد كل أنواع الحركة الأرضية المستمرة "ظاهرة"،

أي انحـــراف عن النظام المعتاد، ولذا سوف يتساءل عما يجعل ســـفينة جاليليو المتخيلة تستمر في الحركة. في المقابل لم يطلب جاليلـــيو سوى تفسير التغيرات التي تطرأ على حركه الأجسام. بمقدور سفينته أن تتحرك دون قوة محركة.

قـــد يبدو لأول وهلة أن هذه النتيجة تشبه قانون العطالة الحديـــث، غـــير أن بارادايم جاليليو لم تكن أكثر شبها بنموذجنا الأمـــثل مـــن بارادايم أرسطو. ذلك أن ما اعتبره جاليليو حالة مثالـــية تمـــثل في سفينة تتحرك دون أن تضعف سرعتها عبر دائـــرة عظيمة، بسبب عدم وجود قوة خارجية تقلل من سرعتها أو تـــزيد مـــنها. لقـــد ارتأى إمكان أن تكون الحركة المنتظمة بطبيعـــية السكون. لكن هذه الحركة المنتظمة اتخذت مسارا أفقيا مغلقا يدور حول مركز الأرض، وقد اعتبر هذه الحركة طبيعية تمامـــا وقادرة على تفسير نفسها. لا يبدو أنه أفكر فى أن وزن الســـفينة يحـــول دون إقلاعها من الأرض في مسار يتخذ شكل المماس، وهذه صورة نجدها واضحة عند نيوتن.

الواقع أنه لو قامت سفينة جاليليو المتخيلة بالإقلاع من الـــبحر والاختفاء في الفضاء عبر مسار خط إقليدي مستقيم، لما

كـــان أقل دهشة منا، بل لكان أكثر استغرابا. سوف يكون لدينا فـــرص ممكـــن يفســـر هذا الحدث المدهل، عنيت توقف تأثير الجاذبـــية علـــى السفينة بحيث لا تعود ملزمه بالبقاء على سطح الأرض وتتمكـــن مـــن الإقلاع عبر مسار طبيعي. لم يكن هذا البديل متوفرا لدى جاليليو، فوفق منظوره، القوى الفعالة وحدها القادرة على إرغام السفينة على اتخاذ مسار مستقيم، عوضا عن التطواف طوعا حول مسارها الدائري العظيم.

عـــند نيوتـــن تتغـــير مُثل الحركة الطبيعة مرة أخرى. المثال الأساسي مثالي على نحو تام. سوف نكف عن التعامل مع حـــركة الجســـم بوصـــفها قـــادرة على تفسير نفسها ما لم تكن تحـــررت من تأثير كل القوى، بما فيها وزن الجسم المعني. لقد كـــان بمســـتطاع جاليليو أن يفسر مفهوم العطالة بالإشارة إلى أشـــياء حقيقـــية (سفينة تمخر عباب البحار)، أما نيوتن، فقد بدأ نظريـــته بطـــرح مثال غاية في التجريد، اعتبره نموذجا مثاليا؛ جســـم يـــتحرك بسرعة منتظمة عبر خط إقليدي مستقيم، وهذا، وفـــق رأي أرســـطو، آخـــر شيء يمكن أن نصادفه في العالم الواقعي. غير أن نيوتن ليس ملزما بالرغم بأن كل جسم يتحرك

حقيقة وفق قانونه الأول، فهو يقتصر على طرح معيار للجواب التي تستدعي فيها حركة الجسم تفسيرا، وللقوى اللازم توضيحها إذا رغبنا في أن يكون تفسيرنا مرضيا. لا يتحرك الجسم بسرعة ثابتة عبر خط مستقيم إلا إذا ترك وشأنه، وليس ثمة جسم يُترك وشـــأنه. هذا، عند نيوتن، مجرد نموذج ديناميكي، النوع الوحيد من الحركة القادر على تفسير نفسه، الحر من التعقيدات، والذي لا يستدعي، إن وجد، أي تعليق.

يتضح الآن السبب الذي جعلني أبدأ بطرح قانون نيوتن الأول (مـــبدأ العطالـــة) بوصفه أحد "مُثل النظام الطبيعي"، وهو أحـــد معايــير العقلانـــية والفهم التي أعتبرها كامنة في لب أية نظـــرية علمـــية. في أعمق مستوياتها، تضمنت التغيرات التي طـــرأت على ديناميكا القرن السابع عشر، التي شرعت تتشكل بـــدءا مـــن مطلع القرن الرابع عشر، الاستعاضة عن باراديم أرسطو المتسقة مع الحس المشترك بباراديم نيوتن المثالية. من مـــنظور مـــا، يعد هذا نكوصا، فلقد أصبح لزاما مذّاك، تحقيقا لمقاصد نظرية، القيام بربط حوادث يومية نألفها بأوضاع مثالية متخـــيلة لا تـــتحقق إطلاقا، أوضاع لا تعد حتى حركة الكواكب

سوى مقاربة لها. بيد أن هذا التعبير لم يلبث أن آتى أكله. فما أن تم قبول هذا المثال النظري الجديد، حتى تسنى لمرض التجاذب العام أن يفسر العديد من طوائف الحوادث التي لم يكن تسنى تفسير كثير منها كلية. في النظرية التي خلص إليها نيوتن، استطاع عرض نوع جديد من العلاقات والضرورات بوصفها جزءا من نظام طبيعي يمكن فهمه.

يوضح هذا المثال كيف أن فكرة التفسير ترتبط بأنماط توقعاتنا المسبقة، التي تعكس بدورها افكارنا الخاصة بالنظام الطبيعي. خلاصة القول هي أن النظرية الديناميكية تتضمن إشارة صريحة أو مستترة إلى حالات قياسية أو "باراديم" تقوم بتحديد الطريقه التي يُتوقع بها تحرك الأجسام في المسار الطبيعي للحوادث. وبمقارنة حركة أي جسم حقيقي بهذا المثال القياسي، نستطيع الكشف عما يحتاج لأن يعد "ظاهرة"، إن كان ثمة شيء من هكذا قبيل. إذا اتضح أن الحركة موضع التقصي ظاهرة (أي "حدث يشكل سببه موضع تساؤل")، يتوجب على النظريه أن تشير إلى كيفية تفسيره (في نظرية نيوتن، هذه هي المهمة الأساسية التي يقوم بها القانون الثاني)، بتوضيح العلل

المناسبة ("القوى" النيوتونية على سبيل المثال). قد نتمكن من مواءمة الظاهرة بالنظرية، وإذا قمنا بذلك، نكون نجحنا في الحصول على" تفسير". وكل خطوة من خطوات هذا الإجراء، بدءا من تحديد هوية "الظاهرة" التي نستدعي تفسيرا، وانتهاء باتخاذ قرار ملاءمة التفسير، محكومة بالمفاهيم الأساسية التي تشتمل عليها النظرية.

لا غرو إذن أن يشكل استبدال أحد مُثل الحركة الطبيعية بآخر مثل هذا التغيير الجذري في علم الديناميكا. الواقع أن الذين يعتنقون مُثلا أو نماذج مثلى مختلفة لا يتقاسمون أيه حدود نظرية يناقشون عبرها مشاكلهم بشكل مثمر، بل لا يكونون معنيين بذات المشاكل. فالحوادث التي تشكل "ظواهر" عند الواحد منهم سوف تغفل من قبل المنتمي إلى باراديم أخرى على اعتبار أنها "طبيعية تماما". ثمة شيء مطلق بخصوص تلك المُثل، شأنها في ذلك شأن "قضايا العلم الأساسية" عند ر.ج. كولنجوود.

إذا كان ذلك كذلك، فكيف يمكن لنا أن نعرف أية افتراضات يتوجب علينا تبنيها؟ لا ريب أن النماذج المثلى

التفسيربه ومُثل النظام الطبيعي ليست "صادقة" ولا "باطلة" بأي معنى ساذج. عوضا عن ذلك، فإنها تذهب بنا شوطا أبعد (أو أقرب)، ونعد نظريا أكثر (أو أقل) خصوبة". وفق المستوى اليومي والابتدائي للتحليل، نحتار بارادايم أرسطو في الحركة المنتظمة المقاوَمة على مميزات حقيقية. بيد أن كمال النظرية الرياضية في الديناميكا ارتهن بمثال جديد. لم يكن من المستحسن أن يقوم المرء باعتبار الحركة المنتظمة المقاوَمة نموذجا أمثل، مفترضا أن يتمكن في وقت لاحق من تفسير كيف تتحرك الأجسام حال غياب المقاومة عبر إلغاء القوى المضادة. لقد أفضت هذه السبيل إلى نتيجة غير مجدية تعينت في جعل الحركة غير المقاوَمة غير قابلة للتصور، كون محاولة وصفها بلغة يومية يقحم المرء في تناقض . (هبك قمت بتخفيض المقاومة إلى أن تصبح صفرا. وفق النسبة الأرسطية بين القوة المحركة والمقاومة، يكون المقام صفرا، وهكذا تواجَه بكل الصعوبات المتعلقة "بالقسمة على الصفر"). على العكس تماما، كان السير قدما في الاتجاه المضاد محتما. يتعين على المرء أن يبدأ باعتبار الحركة غير المقاوَمة إطلاقا نموذجا للحركة

البسـيطة على نحو تام، وألا يطرح المقاومة إلا لاحقا ــ بحيث يبين، عبر السماح تدريجيا للمقاومة، كيف يفضي التسارع المنتظم الناتج عن قوة مفردة إلى السرعة النهائية المنتظمة للحصان والعربة.

أحيانا يكون تغيير مُثل النظام الطبيعي مبررا، غير أنه يتعين أن يتم تبريرها إيجابيا. في الوقت الملائم، أصبحت الحركة المنتظمة المستقيمة عند أخلاف نيوتن بطبيعية السكون وقدرته على تفسير نفسه عند أرسطو. على ذلك، لم تكن أي من تينك الرؤيتين للعطالة صحيحة بداهة، بل توجب أن تُعرَف كل منهما عبر نتائجها. لسبب كهذا كانت ولايتها بوصفها المثال الأساسي في علم الديناميكا مؤقتة ومشروطة. وطالما استمررنا في العمل وفق المفاهيم الأساسية في نظرية نيوتن، يظل مبدؤه في العطالة يحتفظ بمنزلته في الفيزياء. ومع ذلك، وفق أعلى مستويات التحليل، فقد ذلك المبدأ سلطانه. ونتيجة للتحول إلى النظرية النسبية الذي حدث في القرن العشرين، تعين إعادة اعتبار مفهوم "الحركة الطبيعية" المعبر عنه في قانون نيوتن الأول. قد تكون آثار التعديلات الناتجة على أفكارنا أقل تطرفا

مـــن تلـــك التـــي نجمت عن ثورة القرن السابع عشر، غير أن التغيير يظل على المستوى النظري عميقا.

قبل أن نتطرق إلى مثالنا الثاني، دعونا نعد إلى حالات أقـــل تعقـــيدا. مفاد المبدأ العام الذي أقره لا يسري فحسب على علـــوم غايـــة في التطور، مثل الديناميكا، فنحن نستخدم أنماطا فكرية مشابهة في شؤون الحياة اليومية السائدة. بمعنى ما، تكمن مهمـــة العلـــم في البسط وتحسين أنماط التوقع التي نعرضها كل يوم. ثمة تأثر متبادل بين هذين المجالين.

هبـــنا نظـــرنا إلى الشارع عبر النافذة. ثمة سيارة تسير بســـرعة ثابتة في الطريق، نراها، تمر بنافذتنا، ثم تختفي عن أنظاريـــا؛ قـــد لا ننتبه إطلاقا إليها. سيارة أخرى تعبر الطريق بشكل متقطع؛ ربما تهتز وقد تتعطل، وقد تتوقف تماما ثم يدور محركها عدة مرات؛ مباشرة سوف تأسر اهتمامنا وسوف نشرع فـــي التســـاؤل عـــن السبب الذي يجعلها تسلك على هذا النحو؟ خطـــوة واحـــدة تكفي لنقلنا من هذا السؤال إلى حالة عالم الفلك العملـــي، الذي لا يجد أي غموض في حركة المشتري المستمرة حـــول مداره، والذي سوف يشرع في طرح أسئلته لو أقلع هذا

الكوكـب فجأة صوب الفضاء عبر مسار يتخذ شكل مماس. "ما الذي جعله يسلك على هذا النحو؟"، سوف يتساءل. خطوة أخرى سـوف تكفـي لنقلـنا إلـى رؤية العالم الرياضي الذي يقر أن المشـتري، لـو ترك وشأنه، لن يتحرك في فلك مغلق، بل عبر خـط مستقيم، ما يعني أنه حتى مساره الإهليلجي المعتاد يحتاج إلى تفسير.

ومهمـا يكن من أمر، رغم أن شكل النمط التفكيري هذا يظـل علـى حاله، فإن محتواه يتغير بشكل جذري، وعبر هذه العملـية يـتم دحض مذهب سائد في التفسير. غالبا ما يقال إن "التفسير" إنما يكمن في الربط بين أشياء لا نألفها (وتحتاج من ثم إلـى تفسير) بأشياء نألفها (ولا تستدعي من ثم أي تفسير). هذا مذهب محق على مستوى بعينه. إذا كنت تفسر شيئا لشخص ما، مـا يمكـن أن يسـمى بالتفسير الشخصي، من المعقول أن تبدأ بأشـياء يعرفها ويفهمها، وأن تقوم بربطها بالأشياء التي يجدها غامضـة. هذا هو أحد المقاصد التي توظف النماذج في العلوم الفيزيائية في تحقيقها. فالمبتدئ في دراسة علم الكهرباء قد يفيد فـي فهـم العلاقـة بين الفولت، والتيار، والمقاومة، من مقارنة

سريان الكهرباء في السلك بانسياب الماء في الأنبوب. "ألا ترى، الفولــت يشــبه ضغط الماء في هذه المنظومة، والمقاومة مثل الأنــبوب الضيق، وتيار الماء أو الكهرباء يتوقف في كل حالة على ذينك العاملين"؟

بيد أن النظريات العلمية لا تكمن في محاجات نعد مقنعة علــى المستوى الشخصي، بل في تفسيرات قادرة على أن تقف علــى أقدامها. في هذه التفسيرات، العلاقة بين "المألوف" و"غير المــألوف" قــد تصبح معكوسة. في الديناميكا النيوتونيه، مثال حــركة العطالــة الذي تنهض عليه التفسيرات النيوتونية لا يكاد يقــبل الوصــف بأنه مألوف (سوف يسخر أرسطو من مثل هذا الاقــتراح). وإذا أصــررنا علــى تفســير "غير المألوف" عبر "المــألوف"، عوضا عن العكس، لن نتمكن من تحرير أنفسنا من ربقــة الديناميكا الأرسطية. البارادايم الأرسطية مألوفه بطريقة تعجز عنها الديناميكا النيوتونية، والبرنامج النيوتوني في التعامل مــع حــركه الخيول والعربات بوصفها حركة مركبة لا سبيل لفهمهــا إلا بالبدء بالكواكب والمقذوفات، ثم السماح بتعدد القوى

الدخيلة، يظل مفارقيا نسبة إلى طريقة الفهم المشترك في التفكير.

ما الدروس التي يمكن أن نعيد منها بخصوص هذا المثال الأول؟ في الحياة العادية، قد يكمن التفسير في "ربط غير المألوف بالمألوف"، ولكن، بتطور العلم، يتعين التفسير في "ربط الشاذ بالمقبول"، وحين يأزف الوقت الملائم، "ربط الظواهر بنماذجنا المثلى". لا مناص من هذا. أي الأشياء يعد مألوف وأيها لا يعد كذلك، مسألة نسبية (الرجل الذي يقطن الصحراء قد يصعب عليه فهم "ضغط الماء"، وقد يكون علم الهيدروليكا أكثر إرباكا له من علم الكهرباء). من جهة أخرى، ليست هناك ضرورة في أن يكون السؤال ما إذا كان الحدث يشكل حالة شذوذية سؤالا شخصيا. بالمقدور نقاشه بطريقة عقلانية، خصوصا إذا وصلنا إلى مرحلة وصف الحدث بأنه "ظاهرة"، ما يعني أن ثمة حاجة لمواءمته مع النظرية. ذلك أن معيارنا آنذاك يتوجب ألا يتعين في ما هو مألوف بل فيما هو قابل للفهم ويعد معقولا نسبة إلى مسار الطبيعة. لقد كان المقصد من هذا الفصل هو تبيان الموضع الذي سوف نجد أنفسنا فيه حين نشرع في ملاحظة هذا التمييز.

إشكاليات فلسفية في العلم الطبيعي

المكتب الوطني للبحث والتطوير